KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2013
MAINTENANCE PRACTICE
XI
SEMESTER 3

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Didalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. BukuSiswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus **dilakukan** peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus **dilakukan** peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Maintenance practice ini digunakan sebagai buku sumber pada kegiatan belajar untuk pencapaian kompetensi siswa pada Mata Pelajaran Maintenance practice, Sebagai Dasar Program Keahlian pada Kelompok Kejuruan Program Keahlian Teknik Pesawat Udara Kompetensi Keahlian Airframe Powerplant.

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Maintenance Practice terdiri atas 2 jilid buku. Buku Maintenance Practice 1 digunakan untuk pembelajaran Kelas XI semester 3. Pada buku jilid 1 ini dibahas materi belajar yang meliputi;

1. Mengaplikasikan Safety Precaution Aircraft and Workshop
2. Mengidentifikasi Fits and Cleareances pada komponen pesawat udara
3. Melaksanakan pekerjaan Riveting pada proses perawatan dan perbaikan konstruksi pesawat udara
4. Melakukan Inspeksi terhadap pipes, hoses, spring, bearing, transmission, swaging, control cable dan fitting

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Maintenance Practice disusun berdasarkan penguasaan konsep dan prinsip serta keterampilan teknis keahlian sehingga setelah mempelajari buku ini, siswa memiliki penguasaan pelaksanaan pekerjaan Dasar Maintenance Practice.

B. Prasyarat

Kemampuan awal Siswa sebelum mempelajari Buku Teks Bahan Ajar Siswa "Maintenance practice" yaitu siswa telah memahami Basic Skil

C. Petunjuk Penggunaan

1. Petunjuk penggunaan bagi Siswa :

a. Siswa harus memahami mata pelajaran atau materi yang menjadiprasyarat pemelajaran modul ini, yaitu Basic Skill.
b. Lakukan kegiatan pemelajaran secara berurutan dari bab 1 ke bab berikutnya.
c. Pelajari dan pahami setiap uraian materi dengan seksama.
d. Lakukan kegiatan yang diberikan pada uraian materi pembelajaran. Kegiatan tersebut dirancang dalam bentuk; Eksplorasi, Diskusikan dan Simpulkan serta kegiatan Asosiasi.
e. Kegiatan praktik kejuruan dilaksanakan dalam bentuk latihan keterampilan, kerjakan latihan tersebut dibawah pengawasan guru.
f. Persiapkan alat dan bahan yang digunakan pada setiap pembelajaran untuk menyelesaikan tugas dan evaluasi hasil belajar
g. Lakukan setiap kegiatan dengan tekun, teliti dan hati-hati.
h. Jawablah soal evaluasi pada bagian Review secara individual
i. Jawablah soal evaluasi pada bagian penerapan dan diskusikan dikelas hasil jawaban tersebut.
j. Lakukan tugas proyek yang diberikan pada soal evaluasi bagian tugas proyek secara individu atau kelompok, lalu presentasikan dikelas hasil pelaksanaan tugas proyek tersebut.

k. Uji kompetensi kejuruan adalah tugas proyek individual untuk mengevaluasi capaian keterampilan siswa, kerjakan uji kompetensi sesuai petunjuk.
l. Siswa dinyatakan tuntas menyelesaikan materi pada bab terkait, jika Siswa menyelesaikan kegiatan yang ditugaskan dan menyelesaikan kegiatan evaluasi dengan nilai minimal sama dengan Kriteria Kelulusan Minimal (KKM).

2. Peran Guru:

a. Merencanakan kegiatan pembelajaran siswa selama satu semester sesuai silabus.
b. Membantu Siswa dalam merencanakan proses belajar
c. Membantu Siswa dalam memahami konsep dan praktik.
d. Memberikan motivasi, membimbing dan mengarahkan siswa dalam melakukan kegiatan yang diberikan pada uraian materi pembelajaran. Kegiatan tersebut dirancang dalam bentuk; Eksplorasi, Diskusikan dan Simpulkan dan Asosiasi.
e. Menekankan, selalu mengecek dan memfasilitasi penggunaan K3 sesuai kegiatan yang dilaksanakan.
f. Memberikan contoh, memandu dan melakukan pengawasan pelaksanaan tugas siswa yang berkaitan dengan pembelajaran praktik di lab atau bengkel kerja.
g. Membantu Siswa untuk menetukan dan mengakses sumber belajar lain yang diperlukan untuk kegiatan pembelajaran.
h. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja/industri untuk membantu jika diperlukan
i. Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya
j. Memeriksa seluruh hasil pekerjaan siswa baik berupa hasil pelaksanaan kegiatan maupun jawaban dari evaluasi belajar.
k. Mencatat dan melaporkan pencapaian kemajuan Siswa kepada yang berwenang.

D. Tujuan Akhir

Hasil akhir dari seluruh kegiatan belajar dalam buku teks bahan ajar siswa ini adalah Siswa;

1) Memahami prosedur mengantisipasi bahaya
2) Memahami aspek keselamatan kerja berkaitan dengan kelistrikan, oxygen serta bahan kimia
3) Memahami penanganan keselamatan kerja apabila terjadi kebakaran dan bahaya lainnya
4) Menerapkan pekerjaan dengan memperhatikan aspek keselamatan kerja sesuai instruksi perawatan yang berlaku
5) Memahami suaian dan toleransi ukuran drill untuk membuat lubang bolt pada alat dan benda kerja
6) Memahami identifikasi suaian (fit), toleransi dan celah (cleareance) pada alat dan benda kerja
7) Memahami batas-batas aturan untuk bow, twist, dan wear
8) Memahami metoda standar untuk memeriksa shaft, bearing, dan komponen lainnya yang dapat diterapkan
9) Mampu menjelaskan cara menghitung kebutuhan rivet
10) Mampu membuat riveting layout dalam pekerjaan rivet joint
11) Terampil menggunakan alat-alat riveting
12) Mampu menilai hasil pekerjaan riveting menurut standar yg dipakai
13) Memahami metoda standar untuk memeriksa shaft, bearing, dan komponen lainnya yang dapat diterapkan
14) Memahami cara memeriksa dan menguji kondisi pada spring
15) Memahami cara pengujian dan pemeriksaan pada kondisi bearing
16) Memahami cara pelumasan pada bearing
17) Mengetahui penyebab kerusakan pada bearing
18) Mampu menginspeksi gears dan backlash sesuai prosedur

19) Mampu menginspeksi belt and pulleys, chains and sprockets sesuai prosedur
20) Mampu menginspeksi terhadap borden cables dan a/c flexible control system sesuai prosedur
21) Mampu menginspeksi terhadap screw jack and lever dilakukan sesuai prosedur
22) Mampu menjelaskan dan melakukan swaging pada ujung sambungan (fittings) sesuai prosedur
23) Mampu menjelaskan dan melakukan Inspeksi dan pengetesan pada control cables

E. Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar

BIDANG KEAHLIAN : AIRFRAME POWERPLANT

PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PESAWAT UDARA

MATA PELAJARAN : MAINTENANCE PRACTICE

KOMPETENSI INTI (KELAS XI)	KOMPETENSI DASAR
KI-1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dalam melaksanakan pekerjaan di bidang maintenance practice
KI-2 Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotongroyong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.1. Memiliki motivasi internal, kemampuan bekerjasama, konsisten, rasa percaya diri, dan sikap toleransi dalam perbedaan konsep berpikir, dan strategi menyelesaikan masalah dalam melaksanakan pekerjaan di bidang maintenance practice
	2.2. Mampu mentransformasi diri dalam berperilaku: teliti, kritis, disiplin, dan tangguh mengadapi masalah dalam melakukan tugas di bidang maintenance practice
	2.3. Menunjukkan sikap bertanggung jawab, rasa ingin tahu, santun, jujur, dan perilaku peduli lingkungan dalam melakukan tugas di bidang maintenance practice
KI-3	3.1 Memahami Safety precaution – aircraft

KOMPETENSI INTI (KELAS XI)	KOMPETENSI DASAR
Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidangkerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	and workshop
	3.2 Melaksanakan Workshop Practice
	3.3 Mengidentifikasi Fits and Cleareances pada komponen pesawat udara
	3.4 Memahami pekerjaan Riveting pada proses perawatan dan perbaikan konstruksi pesawat udara
	3.5 Melakukan Inspeksi terhadap pipes, hoses, spring, bearing, transmission, swaging, control cable dan fitting
KI-4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampumelaksanakantugasspesifik di bawahpengawasanlangsung.	4.1 Mengaplikasikan Safety precaution – aircraft and workshop
	4.2 Melaksanakan Workshop Practice
	4.3 Mengidentifikasi Fits and Cleareances pada komponen pesawat udara
	4.4 Melaksanakan pekerjaan Riveting pada proses perawatan dan perbaikan konstruksi pesawat udara
	4.5 Melakukan Inspeksi terhadap pipes, hoses, spring, bearing, transmission, swaging, control cable dan fitting

F. Cek Kemampuan Awal

Berilah tanda silang (x) pada tabel dibawah ini, dengan pilihan “ya” atau “tidak” dengan sikap jujur dan dapatdipertanggungjawabkan untuk mengetahui kemampuan awal yang telah Kamu (Siswa) miliki.

No	Kompetensi Dasar	Pernyataan	Dapat Melakukan Pekerjaan Dengan Kompeten		Jika “Ya” Kerjakan
			Ya	Tidak	
1	Mengaplikasikan Safety precautionaircraft and workshop	Mampu menerapkan aspek-aspek keselamatan kerja yang berkaitan dengan kelistrikan,oxygen, bahan kimia			Evaluasi Belajar Bab 2
		Mampu menerapkan instruksi penanganan keselamatan kerja yang berkaitan dengan bahaya kebakaran dan kejadian lainnya			
2	Melaksanakan Workshop Practice	Mampu menerapkan pemeliharaan tools dan penggunaan workshop materials			Evaluasi Belajar Bab 2
		Mampu menerapkan ukuran dan standar kerja personal (man hour)			

No	Kompetensi Dasar	Pernyataan	Dapat Melakukan Pekerjaan Dengan Kompeten		Jika "Ya" Kerjakan
			Ya	Tidak	
3	Mengidentifikasi Fits and Cleareances pada komponen pesawat udara	Memahami suaian dan toleransi ukuran drill untuk membuat lubang bolt			Evaluasi Belajar Bab 3
		Memahami tingkatan suaian (fits) dan celah (clearance) secara umum dipelajari			
		Memahami batas-batas aturan untuk bow, twist & wear			
		Mampu menerapkan metoda standar untuk memeriksa shaft, bearing dan komponen lainnya			
4	Melaksanakan pekerjaan Riveting pada proses perawatan dan perbaikan konstruksi pesawat udara	Mampu melaksanakan riveted joints sesuai aturan rivet spacing dan rivet pitch			Evaluasi Belajar Bab 4
		Mampu menggunakan alat-alat riveting dan damping sesuai prosedur			
		Mampu melakukan pemeriksaan terhadap hasil rivet joints			
5	Melakukan Inspeksi terhadap pipes, hoses, spring, bearing, transmission, swaging, control cable	Mampu melakukan pemeriksaan dan pengetesan kebocoran pipa-pipa/saluran dan rumahnya(housing) pada pesawat udara			Evaluasi Belajar Bab 5
		Mampu melakukan pembentukan pipa saluran fluida			

No	Kompetensi Dasar	Pernyataan	Dapat Melakukan Pekerjaan Dengan Kompeten		Jika "Ya" Kerjakan
			Ya	Tidak	
	dan fitting	Mampu mengidentifikasi komponen-komponen yg memerlukan pemasangan alat pengaman			
		Mengidentifikasi alat/bahan pengaman yang dibutuhkan diidentifikasi sesuai dengan persyaratan perawatan			
		Mampu melaksanakan metoda pengamanan dengan kawat (safety wiring) atau dengan alat pengamanan khusus sesuai dengan instruksi perawatan dan data yang sah			
		Mampu melaksanakan inspeksi masing-masing pada setiap pemasangan material sesuai dengan persyaratan perawatan			
		Mampu melaksanakan pemasangan alat pengaman khusus dengan benar sesuai dengan instruksi perawatan			
		Mampu menggunakan pemberat/penyeimbang komponen sesuai data perawatan			
		Mampu melakukan pengujian , pembersihan dan pemeriksaan pada bearing dilakukan			
		Mampu melakukan Pelumasan pada bearing sesuai kebutuhan			
		Mengidentifikasi penyebab kerusakan pada bearing			

No	Kompetensi Dasar	Pernyataan	Dapat Melakukan Pekerjaan Dengan Kompeten		Jika "Ya" Kerjakan
			Ya	Tidak	
		Mampu melakukan inspeksi gears dan backlash			
		Mampu melakukan inspeksi belt and pulleys, chains and sprockets			
		Mampu melakukan inspeksi terhadap borden cables dan a/c flexible control system			
		Mampu melakukan inspeksi terhadap srew jack , lever			
		Mampu melakukan swaging pada ujung sambungan (fittings)			
		Mampu melakukan inspeksi dan pengetesan pada control cables dilakukan			
		Mampu melakukan penggunaan crimp tools saat pemasangan kabel dan sambungannya			
		Mampu melakukan Pengujian crimp joint pada cable			

BAB 2. Safety Precaution Aircraft dan Material Workshops Practice

2.1 Pendahuluan

Kecelakaan pada saat bekerja sering dialami pekerja akibat dari tidak konsentrasi penuh dan sering mengabaikan prosedur dari system intruksi yang berlaku. Akibatnya sangat fatal yang mungkin bisa membuat pekerja atau teknisi pesawat udara mengalami kecelakaan yang membuat masa depan sebagai teknisi hancur lebur.

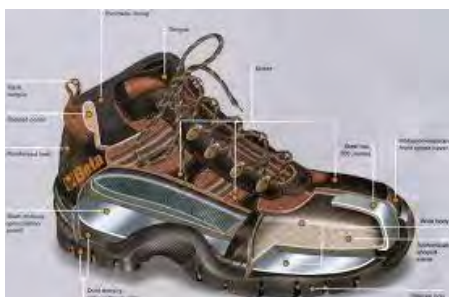
Oleh karena itu penting menyediakan panduan untuk semua teknisi dalam mengimplikasikan keselamatan dan kesehatan dan perlindungan kecelakaan dan insiden yang berhubungan dengan aktivitas keselamatan kerja.

Semua teknisi harus menggunakan alat keselamatan di dalam bekerja untuk menghindari bahaya. Untuk melindungi dari bahaya dalam bekerja diberikan perlengkapan perlindungan seperti pengaman sepatu, kaca mata, dan sarung tangan. Penggunaan perlengkapan ini wajib dan harus dalam pekerjaan khusus. Gunakan perlengkapan pengaman pada pekerjaan dimana mereka dibutuhkan untuk menghindari dari bahaya.

Sebelum menggunakan perlengkapan pengaman itu kita harus mengerti peraturan-peraturan dasar keselamatan. Peraturan tersebut akan menjaga kita tetap aman dalam bekerja di workshop.

2.2 Sepatu Pengaman

Beberapa sepatu pengaman dirancang untuk membatasi bahaya ke kaki akibat benda yang jatuh ke bawah. Sebuah pelat baja dipasang di dalam jari kaki sehingga kalau ada benda yang jatuh ke bawah dapat menghindari kecelakaan yang fatal pada kaki kita. Dirancang juga untuk menghindari bahaya akibat percikan api yang dapat menyebabkan suatu

ledakan dengan cara menghilangkan semua yang berbahan logam pada lubang tali sepatu dan menggunakan tapak sepatu yang tidak menyebabkan listrik statis.

Gambar 2.1 Sepatu Pengaman

2.3 Kaca Mata

Perlindungan mata yang pantas adalah yang paling penting dari semua personil. Perlindungan mata merupakan suatu keharusan karena bahaya yang ditimbulkan oleh radiasi infrared dan ultraviolet atau benda-benda yang terbang seperti percikan api, hasil penggerindaan dan segala macan operasi pekerjaan. Alat-alat perlindungan mata seperti topi baja, pelindung muka dan kaca mata selama kerja harus digunakan. Ingat kerusakan mata bukan main menyakitkan. Oleh karena itu lindungi mata kita sebaik mungkin ketika bekerja.

Gambar 2.2 Kaca mata

2.4 Sarung tangan

Gunakan sarung tangan kapan saja dibutuhkan untuk memegang benda-benda yang kasar saat bekerja. Sarung tangan tahan api yang spesial dirancang untuk pekerjaan yang berhubungan dengan gas dan pengelasan untuk membatasi bahaya dan kerusakan dari percikan api dan benda terbang panas lainya. Untuk yang berhubungan dalam medan listrik sarung tangan dilengkapi dengan bahan karet.

Gambar 2.3 Sarung Tangan

2.5 Sabuk Badan dan Tali Pengikat

Sabuk badan dan tali pengikat adalah tangan tambahan ketika bekerja di atas ketinggian. Sabuk badan diikat disekitar pinggang dan berisi berbagai macam kantung untuk tempat tool yang berukuran kecil. Tali pengaman adalah kulit berbahan nilon dengan jenis lidah pada tiap ujungnya. Tali pengaman harus dipasang disekitar bagian dari struktur yang cukup kuat untuk menopang berat dan perlengkapannya.

Sabuk pengaman dan tali pengaman harus selalu diperiksa sebelum digunakan. Periksa apabila ditemukan kerusakan seperti crack, nick, tear atau mengalami kerusakan patah. Jika model kerusakan seperti itu maka harus diganti.

Gambar 2.4 Sabuk pengaman

2.6 Keselamatan Handtools dan Power tools

Peralatan (tools) adalah bagian umum dari hidup kita bahwa sulit untuk mengingat bahwa mereka dapat menimbulkan bahaya. Semua peralatan (tools) dibuat dengan selalu memikirkan keselamatan tetapi, tragisnya, suatu kecelakaan serius sering terjadi sebelum tahap dilakukan untuk mencari sampai ketemu dan menghindari atau mengeliminasi peralatan (tool) yang berhubungan dengan bahaya.

Dalam proses pemindahan atau menghindarkan bahaya, teknisi harus belajar untuk mengenali bahaya berhubungan dengan jenis berbeda dari peralatan (tools) dan tindakan pencegahan yang diperlukan untuk mencegah bahaya itu.

2.7 PERALATAN (TOOLS) TANGAN

Peralatan (tools) tangan adalah suatu peralatan atau peralatan yang digerakkan bukan dengan tenaga mesin. Yang termasuk handtools

meliputi gergaji tangan sampai kunci Inggris. Bahaya terbesar dengan menggunakan handtools dihasilkan dari penggunaan dengan cara salah serta pemeliharaan tidak tepat.

Beberapa contoh:

• Menggunakan obeng sebagai pahat dapat menyebabkan ujung obeng rusak dan terpental dan dapat mengenai penggunanya atau karyawan lain.

• Sebuah kunci Inggris tidak harus digunakan jika rahangnya adalah tumpul, karena itu bisa menggelincir.

• Tumbukan peralatan (tools) seperti pahat, baji, atau adalah tak aman jika kepalanya telah menjamur. Kepala dapat hancur terhadap tumbukan yang dapat menyebarkan pecahan-pecahan tajam.

Pemberi kerja adalah orang yang bertanggungjawab untuk membuat kondisi aman dari peralatan (tools) dan peralatan yang digunakan oleh karyawan tetapi karyawan mempunyai tanggung jawab untuk menggunakan dan memelihara tool dengan baik.

Pemberi kerja harus memberikan perhatian pada karyawan yang menggunakan benda-benda tajam seperti mata pisau, pisau, atau peralatan (tools) lain dan menempatkannya agak menjauh dari karyawan lain. Pisau dan gunting yang digunakan dalam bekerja harus tajam/jelas. Jika peralatan (tools) tumpul mungkin menjadi lebih berbahaya dibandingkan benda tajam. Sesuai peralatan protektif yang digunakan secara personal, seperti kacamata keselamatan kerja, sarung tangan, dan lain-lain, harus dikenakan sehubungan dengan bahaya yang dapat ditemui saat menggunakan portabel menggerakan peralatan (tools) dan peralatan (tools) tangan.

Keselamatan dalam bekerja juga harus memperhatikan lantai di mana harus dijaga kebersihan dan tidak boleh licin untuk mencegah kecelakaan di sekitar peralatan (tools) tangan.

Di sekitar substansi mudah terbakar, percikan diproduksi oleh peralatan yang mengandung besi dan baja yang dapat berbahaya menjadi satu sumber pengapian berbahaya. Dimana bahaya ini dapat dikurangi dan dapat memberikan keselamatan jika peralatan (tools) dibuat dari kuningan, plastik, aluminum, atau kayu.

Beberapa tips dasar ketika menggunakan peralatan (tools) tangan:

- Pilih peralatan (tool) dengan benar saat bekerja.
- Gunakan peralatan (tools) dirancang untuk memungkinkan pergelangan tangan untuk tetap lurus. Hindari menggunakan peralatan (tools) tangan dengan pergelangan tangan anda dibengkokkan.
- Pastikan karyawan itu terlatih dengan baik dalam keselamatan penggunaan peralatan (tools) tangan.
- Gunakan peralatan (tools) berkualitas.
- Rawat peralatan (tools) dalam suasana baik terus menerus.
- Periksa peralatan (tools) untuk cacat sebelum menggunakan. Ganti atau perbaiki bila ditemukan cacat pada peralatan (tools).
- Rawat peralatan (tools) potong dengan tajam dan penutupnya untuk melindungi peralatan (tool) serta untuk mencegah luka-luka/kerugian dari keadaan sekitarnya.
- Ganti peralatan tersebut bila rusak.
- Pastikan bahwa 'handle' dari peralatan (tools) seperti palu serta sesuai masuk dengan pas ke kepala peralatan (tool).
- Ganti apabila rahang pada wrench, peralatan (tools) pipa dan plier rusak.
- Ganti apabila ada jamur pada kepala untuk memukul.

- Gunakan satu wrench atau plier. Tidak pernah mendorong kecuali jika anda memegang peralatan (tool) dengan telapak tangan anda membuka.
- Titik tajam peralatan (tools) seperti gergaji, pahat, pisau berbaring di bangku menjauh dari gang dan 'handle' tidak harus meluas pada pinggiran dari puncak bangku.
- Pertahankan peralatan (tools) secara hati-hati. Merawat dengan bersih dan kering, dan menyimpannya dengan baik setelah digunakan.
- Tempatkan peralatan (tools) dalam satu kotak peralatan (tool) kokoh ke dan dari worksite.
- Memakai kaca mata pengaman dan sarung tangan untuk mencegah bahaya pada anda ketika melakukan berbagai tugas.
- Menahan/menjaga lingkungan pekerjaan bersih dan rapih untuk menghindari kejadian yang dapat menyebabkan kecelakaan.
- Gunakan sabuk atau celemek dan peralatan (tools) lainnya dengan cara bergantung di sisi anda, tidak di balik punggung anda.

Apa yang sebaiknya dihindari ketika menggunakan peralatan (tools) tangan?

- Jangan menggunakan peralatan (tools) untuk pekerjaan yang bukan ditujukan pada tempatnya. Sebagai contoh, jangan menggunakan satu obeng slot sebagai sebuah pahat, membongkar bar, baji atau pukulan atau wrench sebagai palu.
- Jangan menggunakan kekuatan atau tekanan berlebihan terhadap peralatan (tools).

- Jangan melakukan pemotongan ke arah diri Anda ketika menggunakan peralatan (tools) potong.
- Jangan memegang sesuatu dalam telapak tangan dari tangan anda ketika menggunakan suatu peralatan (tool)potong atau screw driver.
- Jangan memakai sarung tangan yang ukurannya besar sekali untuk mengoperasikan peralatan (tools) tangan.
- Jangan melempar peralatan (tools) ketika akan memberikan alat tersebut ke orang lain.
- Jangan membawa peralatan (tools) dengan cara mengganggu menggunakan keduanya, yaitu menyampaikan di atas tangga, saat memanjat di atas struktur, atau ketika melakukan pekerjaan apapun yang berbahaya. Jika mengerjakan di tangga, peralatan (tools) harus dinaikkan dan diturunkan menggunakan satu tempat.
- Jangan membawa suatu peralatan (tool) tajam didalam saku anda.

Gambar 2.5 Meletakkan tools yang salah

Gambar 2.6 Perlengkapan keselamatan

2.8 Power Tool

Power tools akan menjadi berbahaya digunakan ketika kondisi tidak sesuai lagi. Terdapat beberapa jenis power tools, didasarkan pada sumber yang mereka gunakan:

1. Tenaga listrik (Electrical Power)
2. Tenaga pneumatik (Pneumatic Power)
3. Tenaga hidrolik (Hidrolic Power)

Teknisi seharusnya terlatih dalam menggunakan semua peralatan (tools) tidak hanya power tools. Mereka harus memahami bahaya potensial sebaik tindakan pencegahan untuk mencegah bahaya itu dari terjadi.

Di bawah ini diberikan tindakan pencegahan umum oleh pengguna power tools sebagai berikut :

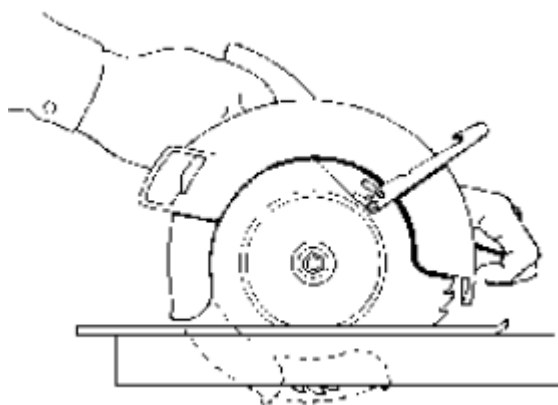
- Jangan pernah membawa suatu peralatan (tool) dengan tali atau pipa karet.
- Tidak pernah merenggut tali atau pipa karet untuk memutuskan itu dari bak penampung.
- Jauhkan tali dan pipa karet dari panas, minyak, dan ujung-ujung tajam.
- Putuskan peralatan (tools) ketika tidak digunakan, sebelum pelayanan, dan ketika mengganti asesoris-asesoris seperti mata pisau, bit dan alat potong lainnya.
- Semua pengamat harus menjaga jarak aman dari area pekerjaan.
- Mengamankan pekerjaan dengan pengapit atau suatu ragum, membebaskan ke dua tangan untuk mengoperasikan tool tersebut.
- Hindari kecelakaan saat permulaan.
- Peralatan (tools) harus dirawat dengan penuh hati-hati. Mereka harus dijaga ketajamannya dan bersih untuk mempertahankan unjuk kerja yang maksimal. Ikuti instruksi dalam manual untuk pelumasan dan mengganti asesoris-asesoris.
- Yakinkan menjaga pijakan dan keseimbangan yang baik.
- Gunakan pakaian yang sesuai. lepaskan pakaian, dasi, atau barang perhiasan yang bisa menimbulkan kecelakaan.
- Semua peralatan (tools) elektrik portabel itu yang rusak harus diganti.

2.9 Pelindung

Bagian-bagian yang bergerak dari power tools yang menimbulkan bahaya perlu mendapatkan perlindungan untuk menghindari suatu kecelakaan. Sebagai contoh, sabuk, roda gigi, batang, katrol, sprockets, spindel, drum, fly wheel, rantai, atau perlengkapan bagian-bagian yang bergerak harus dijaga jika bagian-bagian tersebut berhubungan langsung dengan pekerja.

Pelindung, sebagaimana diperlukan, yang harus disediakan untuk melindungi operator dan yang lainnya adalah sebagai berikut:

- Titik pengoperasian,
- Di titik kerja,
- bagian-bagian yang berputar, dan
- di daerah yang menimbulkan percikan.

Pelindung keselamatan jangan pernah dihilangkan ketika peralatan (tool) sedang digunakan. Sebagai contoh, portabel gergaji melingkar harus diperlengkapi dengan pelindung. Sebuah pelindung bagian atas harus mencakup keseluruhan mata pisau gergaji. Sebuah pelindung lebih rendah dapat ditarik masuk harus mencakup gigi gergaji, kecuali ketika itu membuat hubungan dengan material pekerjaan. Pelindung lebih rendah harus secara otomatis kembali ke posisi mengcover ketika peralatan (tool) ditarik dari pekerjaan.

Gambar 2.7 Pelindung mesin

2.10 Tenaga Listrik (Elektrical Power)

Pekerja yang menggunakan elektrik tools harus sadar akan beberapa bahaya, paling serius adalah kemungkinan mati tersengat listrik.

Di antara bahaya yang menonjol dari peralatan (tools) tenaga mesin yang digerakkan listrik adalah terbakar dan dapat menimbulkan goncangan kecil yang bisa mendorong ke arah luka-luka atau bahkan serangan jantung. Di bawah syarat-syarat tertentu, bahkan dalam suatu skala kecil sejumlah arus bisa menghasilkan didalam fibrillation hati/jantung dan akhirnya dapat menimbulkan kematian. Sebuah goncangan juga bisa menyebabkan teknisi jatuh terlepas dari suatu tangga atau permukaan pekerjaan yang mempunyai sudut kemiringan.

Untuk melindungi pemakai dari goncangan, peralatan (tools) harus mempunyai keduanya, yaitu mempunyai satu tali three-wire yang dihubungkan dengan ground dan dilipatgandakan insulasinya, atau didukung oleh satu trafo isolasi tegangan rendah. Tali Three-wire berisi two current-carrying conductors dan grounding conductor . Salah satu ujung ground konduktor terhubungkan ke rumah berbahan logam dari

peralatan (tool). Ujung yang lainnya melalui suatu prong pada plug. Adaptor digunakan untuk mengakomodasikan satu bak penampung dua-lubang, kawat adaptor harus dihubungkan ke ground yang dikenali. Prong ketiga harus tidak pernah dilepas dari plug.

Isolasi ganda adalah lebih menyenangkan. Pemakai dan peralatan (tools) dapat dilindungi didalam dua cara: oleh isolasi/penyekatan normal pada kawat di dalam, dan oleh satu rumah yang tidak bisa menghubungkan listrik ke operator kalau sekiranya terjadi mal-fungsi.

Beberapa petunjuk praktis umum di bawah ini harus diikuti ketika menggunakan elektrik tools:

- Peralatan (tools) Elektrik harus dioperasikan di dalam keterbatasan desain mereka.
- Sarung tangan dan alas kaki keselamatan direkomendasikan selama penggunaan elektrik tools.
- Saat tidak digunakan, peralatan (tools) harus disimpan dalam suatu tempat kering.
- Peralatan (tools) Elektrik tidak digunakan didalam uap atau lokasi basah.
- Area pekerjaan harus terang.

Gambar 2.8 Electrical tool

2.11 Tenaga Pneumatik (Pneumatic Power)

Tenaga Pneumatik adalah didukung oleh tekanan udara dan meliputi pekerjaan chippers, drills, hammer, dan sanders.

Terdapat beberapa bahaya yang ditemui di penggunaan tenaga pneumatik. Salah satu yang utama adalah bahaya dari pukulan oleh salah satu dari lampiran peralatan (tool) atau oleh beberapa jenis fastener teknisi yang sedang menggunakan dengan peralatan (tool).

Perlindungan mata dan perlindungan wajah dibutuhkan dan direkomendasikan untuk teknisi yang bekerja dengan tenaga pneumatik.

Kebisingan adalah bahaya yang muncul selanjutnya. Bekerja dengan peralatan (tools) yang menimbulkan kebisingan seperti alat pelobang pada lembaran pelat alumunium alloy atau pada pelaksanaan pekerjaan riveting efektif menggunakan perlindungan dengar.

Ketika menggunakan pneumatic tools, teknisi harus memeriksa untuk melihat bahwa mereka diikatkan dengan aman ke pipa karet untuk mencegah mereka terputus. Sebuah kawat pendek atau alat pengunci positif terpasang selang-udara ke peralatan (tool) akan bertindak sebagai pelindung tambahan.

Sebuah klip keselamatan harus dipasang untuk alat pelengkap tambahan, seperti chipping pada hammer, dari kemungkinan tanpa disengaja ditembak dari barrel.

Layar harus disiapkan untuk melindungi di sekitar teknisi dari kemungkinan pecahan benda yang terbang di sekitar chippers, rivet gun, stapler, atau air drill.

Senapan yang bertekanan udara dilarang keras diarahkan ke seseorang. Menggunakan alat yang bertekanan udara tinggi dengan aman

memerlukan pengetahuan. Tekanan udara tekanan tinggi dapat disediakan dari salah satu dari tiga sumber yaitu:

1. Sebuah portabel silinder bertekanan tinggi

2. Sebuah trailer pelayanan yang dilengkapi (Servicing Trailer equipped)

3. Kompresor udara bertekanan tinggi.

Jangan isi apapun silinder dengan gas selain gas yang sudah ditentukan. Campuran yang terjadi dapat menimbulkan ledakan yang mungkin saja terbentuk ketika silinder berisi gas sisa pembakaran seperti hidrogen, sejenis metan, atau gas karbit yang diisi oleh udara atau oksigen.

Gambar 2.9 Pneumatic tool

2.12 Tenaga Hidrolik (Hydraulic Power)

Tenaga hidrolik didukung fuida bertekanan yang dibuat sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan percikan api saat digunakan. Contoh penggunaan tools yang menggunakan fuida adalah jacking. Perlu diperhatikan dengan seksama oleh teknisi saat menggunakan jacking tersebut untuk menghindari hal-hal yang tidak diingikan.

Gambar 2.10 Hydraulic tool

2.13 Tindakan pencegahan Umum

Seorang teknisi yang menggunakan peralatan (tool) tangan serta power tool harus dilengkapi dengan peralatan personal tertentu yang diperlukan untuk melindungi mereka dari bahaya.

Semua bahaya yang terjadi dalam penggunaan power tool dapat dicegah dengan cara mengikuti lima keselamatan dasar yaitu:

1. Merawat peralatan (tools) dalam kondisi baik dengan pemeliharaan yang teratur.
2. Gunakan peralatan (tool) sesuai dengan pekerjaan.
3. Menguji setiap peralatan (tool) untuk kemungkinan timbulnya kerusakan sebelum digunakan.

4. Operasikan sesuai dengan instruksi pabrikan.

5. Sediakan dan gunakan peralatan keselamatan yang sesuai.

Teknisi dan manusia yang terlibat di dalamnya mempunyai suatu tanggung jawab untuk bekerjasama untuk menetapkan prosedur kerja yang aman. Jika suatu situasi berbahaya ditemukan, haruslah didiskusikan dan dipecahkan secara bersama dengan segera untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan.

2.14 SAFETY PRECAUTIONS UNTUK HAZARDOUS

Hazards dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

- Efek racun dari penghisapan (Health Hazards).
- Terbakar karena kondisi spesifik (Flammability Hazards)
- Membuat gas beracun karena kontak dengan yang lainnya (Reactivity Hazards).
- Memiliki Radioactive (Special Hazards).

Para Pekerja berhati hati dengan Safety Precautions di daerah kerja:

- Liquid oxygen.
- Gaseous oxygen.
- Udara bertekanan tinggi.

Berhati hatilah akan potensi material berbahaya yang digunakan pada pesawat (paint strippers, cleaning solutions, resins, asbestos, solvents).

Sebuah prosedur, yang dapat mengakibatkan cacat atau kematian jika tidak dipatuhi

Sebuah prosedur, yang dapat mengakibatkan kerusakan alat jika tidak dipatuhi.

Inspeksi pada silinder jika ada bau yang terdeteksi:

- Painting dan marking yang sesuai.
- Katup tertutup rapat dan tidak bocor.
- Safety caps dan safety plugs telah diamankan.
- Hydrostatic test harus sesuai tanggalnya.
- Servicing hose, dan cylinders bersih dan terbebas dari greeze dan oli.

Noise dapat mempengaruhi pekerja dengan:

- Kehilangan pendengaran.
- Fatigue dan iritasi.
- Gangguan komunikasi.
- Meningkatkan tekanan darah.

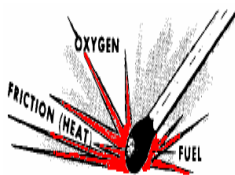
2.15 FIRE SAFETY

Dalam bekerja seorang teknisi jelas tak bisa lepas dari kemungkinan kecelakaan kerja atau bahaya yang salah satunya adalah kebakaran. Aspek bahaya ini menjadikan perusahaan membuat dan

menciptakan suatu system keselamatan kerja. Selain itu perlu difahami pula bagaimana proses terjadinya kebakaran, bahan-bahan kimia apa saja yang mudah terbakar serta bagaimana cara penanggulangannya secara benar.

Definisi api adalah suatu fenomena yang dapat diamati dengan adanya cahaya dan panas serta adanya proses perubahan zat menjadi zat baru melalui reaksi kimia oksidasi eksotermal. Api terbentuk karena adanya interaksi beberapa unsur/elemen yang pada kesetimbangan tertentu dapat menimbulkan api. Sedangkan kebakaran yaitu peristiwa bencana yang ditimbulkan oleh api, yang tidak dikehendaki oleh manusia dan bisa mengakibatkan kerugian nyawa dan harta.

Tiga Unsur Api yaitu:

- Bahan Bakar
- Panas
- Oksigen.

Gambar 2.11 Unsur Api

Sedang mengenai sumber panas bisa bisa muncul dari beberapa sebab antara lain :

1. Sumber api terbuka yaitu penggunaan api yang langsung dalam beraktifitas seperti : masak, las, dll.
2. Listrik Dinamis yaitu panas yang berlebihan dari sistem peralatan/rangkaian listrik seperti : setrika, atau karena adanya korsleting.
3. Listrik Statis yaitu panas yang ditimbulkan akibat loncatan ion negatif dengan ion positif seperti : peti.
4. Mekanis yaitu panas yang ditimbulkan akibat gesekan/benturan benda seperti : gerinda, memaku, dll.
5. Kimia yaitu panas yang timbul akibat rekasi kimia seperti karbit dengan air

Bisa terjadi juga kecenderungan terjadi reaksi kimia akibat adanya elemen ke empat. Inilah yang biasa dinamakan tetrahidral api seperti gambar dibawah.

Gambar 2.12 Tetrahidral api

Ada beberapa klasifikasi kebakaran berdasarkan jenis bahan yang terbakar antara lain :

- Kelas A : Benda padat seperti kertas, kayu, plastik, karet, kain, dsb.
- Kelas B : Benda cair seperti mInyak tanah, bensin, solar, tinner, gas elpiji, dsb.
- Kelas C : Kebakaran listrik, travo, kabel/konsleting arus listriknya.
- Kelas D : Kebakaran khusus seperti Besi, alumunium, konstruksi baja.

Tipe kebakaran

CLASSES OF FIRES	TYPES OF FIRES	PICTURE SYMBOL
A	Wood, paper, cloth, trash & other ordinary materials.	
B	Gasoline, oil, paint and other flammable liquids.	
C	May be used on fires involving live electrical equipment without danger to the operator.	
D	Combustible metals and combustible metal alloys.	D
K	Cooking media (Vegetable or Animal Oils and Fats)	

Gambar 2.13 Tipe kebakaran

Api VS Alat Pemadam

- Api kelas A - Alat pemadam tipe Air.
- Api kelas B - carbon dioxide, Halons foam yang efektif.
- Api kelas C – Baik untuk carbon dioxide.

- Api kelas D – Penggunaan Dry Powder (Serbuk).

Bagaimana caranya untuk memadamkan api?

Agar bisa memadamkan secara cepat, perlu dipahami segitiga api seperti yang telah diuraikan diatas yaitu menghilangkan salah satu unsur dari segitiga api.

Selain itu harus ada sarana dan prasarana alat pemadam kebakaran. Alat yang sifatnya tradisional masih bisa dipakai seperti karung goni, pasir, termasuk keperluan komunikasi kentongan dll. Sedang untuk alat pemadam kebakaran yang sifatnya umum antara antara lain Hidrant, Mobil pemadam kebakaran, Alat pemadam api ringan (APAR), sprinkler, dll.

Disamping itu alat pemadam api lain yang mempunyai sifat sebagai racun api, antara lain karbon dioksida, Bahan Kimia kering multi guna dan bubuk kering. Dari beberapa macam alat pemadam api tersebut masing-masing mempunyai kegunaan dan aturan tersendiri.

Inilah contoh gambar Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Gambar 2.14 APAR

Media Alat Pemadam, Karakteristik dan Sifat Pemadamannya

1. Hydrospray

Alat pemadam dengan air ini umumnya digunakan untuk kebakaran kelas

A. Alat ini biasanya dilengkapi dengan penera untuk mengetahui tekanan air. Penera berwarna hijau menunjukkan alat aman untuk digunakan, sedangkan warna merah menunjukkan tekanan sudah berkurang.

2. Drychemical Powder

Jenis bubuk kering digunakan untuk kelas A,B, C dan D, sedang sifat pemadaman jenis bubuk kering antara lain :

- Menyerap panas dan mendinginkan obyek yang terbakar.
- Menahan radiasi panas.
- Bukan penghantar arus listrik.
- Menutup dengan cara melekat pada obyek yang terbakar karena adanya reaksi kimia bahan tersebut saat terjadi kebakaran (reaksi panas api).
- Menghambat terjadinya oksidasi pada obyek yang terbakar.
- Tidak berbahaya.
- Efek samping yang muncul adalah debu dan kotor.
- Dapat berakibat korosi dan kerusakan pada mesin ataupun perangkat elektronik.
- Sekali pakai pada tiap kejadian.

3. Gas Cair Hallon Free/AF 11/Halotron 1

Alat pemadam gas cair ini bisa digunakan untuk semua jenis klasifikasi kebakaran. Sifat alat pemadam ini antara lain :

- Bukan penghantar listrik
- Tidak merusak peralatan
- Non Toxic (tidak beracun)
- Bersih tidak meninggalkan bekas.
- Memadamkan api dengan cara mengikat O2 disekitar area kebakaran
- Penggunaan yang multi purpose (semua klas kebakaran)
- Bisa digunakan berulang-ulang

- Lebih tepat digunakan di dalam ruang

Gambar 2.15 Gas cair hallon free

4. Carbon dioksida

Racun api CO2 ini cocok dan efektif digunakan untuk pemadaman api kelas B dan C. Sifat-sifatnya antara lain :

- Bersih tidak meninggalkan bekas.
- Non Toxide (tidak beracun).
- Bukan penghantar listrik.
- Tidak merusak peralatan (elektronik / mesin)
- Cara pemadaman dengan mendinginkan dan menyelimuti obyek yang terbakar.
- Tepat untuk area generator dan instalasi listrik.
- Tekanan kerja sangat besar.

5. Racun Api Busa

Racun api berupa busa hanya digunakan untuk jenis kebakaran kelas A dan B. Cara kerjanya menyelimuti dan membasahi obyek yang terbakar. Jika obyek yang terbakar benda cair, racun api busa ini bekerja menutup permukaan zat cair.

Sifat lainnya yaitu penghantar arus listrik sehingga tidak dapat digunakan pada ruang yang berisi peralatan komponen listrik.

6. Fire Sprinkler System

Alat ini biasanya terinstal didalam gedung dan bersifat mengandung Hg. Mekanisme kerja sprinkler yaitu secara otomatis akan mengeluarkan air bila kepala sprinkler terkena panas.
Prinsip dasar alat ini adalah mampu menyerap kalor yang dihasilkan dari bahan yang terbakar.

Gambar 2.16 Fire Sprinkler System

7. Hydrant
Digunakan untuk jenis api kelas A dan B.

Gambar 2.17 Hydrant

Agar bisa bekerja cepat dalam keadaan darurat perlu diperhitungkan persyaratan dan cara pemasangan APAR (Alat Pemadam Api Ringan) yang antara lain :

- Tempat mudah dilihat dan dijangkau, tidak boleh digembok atau diikat mati.
- Jarak jangkauan maksimum 15 m.
- Tinggi pemasangan maksimum 125 cm.
- Jenis media dan ukuran sesuai dengan klasifikasi kebakaran dan beban api.
- Diperiksa secara berkala.
- Bisa diisi ulang (Refill).
- Kekuatan konstruksi terstandar.

Fasilitas yang harus dipunyai oleh perusahaan :

- APAR
- Tangga darurat
- Ada sistem alarm seperti Heat detector, Smoke detector dan Flame detector (lidah api)
- Hydrant (Box hydrant)
- Baju tahan panas pelindung kerja lengkap tahan api
- Pintu tahan Api
- Jumping sheet
- Penangkal petir

Perhatikan juga jika masuk ke laboratorium atau gedung manapun, cobalah lihat dan cari tanda arah evakuasi ataupun pintu darurat. Biasanya ditunjukkan dengan papan nama 'pintu darurat' atau "exit" seperi gambar ini :

Gambar 2.18 Pintu darurat

Usaha Preventif Tanggap Kebakaran

- Penyuluhan dan pelatihan tentang pemadam kebakaran
- Adanya SOP cara pengoperasian pada tabung pemadam
- Pastikan listrik/api telah padam sebelum meninggalkan lokasi kerja
- Usahakan bak kamar mandi selalu penuh

Bagaimana cara pelaksanaan pemadaman?

- Selalu siap mental dan jangan panik
- Perhatikan arah angin (dengan melihat lidah api)
- Membelakangi arah angin menghindar dari sisi lain
- Semprotkan/arahkan pada sumber api
- Harus tahu jenis benda yang terbakar
- Usahakan mengatur dan menahan nafas

Sedangkan prosedur emergensi evakuasi seperti berikut :

- Bunyikan / tekan alarm terdekat
- Keluar lewat pintu terdekat
- Berkumpul ditempat yang berjarak minimal 30 meter dari sumber kebakaran
- Beritahu petugas emergensi mengenai orang-orang yang ada didalam
- Beritahu petugas emergensi mengenai alasan pengosongan ruangan

- Jangan masuk kedalam gedung lagi sampai dijinkan oleh yang berwenang

2.16 PRAKTEK 'WORKSHOP'

Masalah utama, seperti kecelakaan pesawat udara, dapat ditimbulkan dari peralatan (tools) yang lupa dibereskan oleh teknisi karena tidak disiplin dalam bekerja dibiarkan di dalam pesawat terbang setelah pemeliharaan dilakukan. Peralatan (tools) yang diletakkan tidak pada tempatnya dapat menimbulkan kerusakan dari benda asing (Foreign Object Damage). Untuk mengurangi potensial kerusakan yang mungkin terjadi pada peralatan (tool), para teknisi yang terlibat di dalam pekerjaan itu harus melakukan perhitungan dengan cepat dan tepat untuk semua peralatan (tools) setelah menyelesaikan suatu tugas pemeliharaan terhadap suatu pesawat udara atau peralatan pendukung yang lainnya.

Artinya peralatan (tools) dapat diinventarisir dan dihitung dengan cepat terpenuhi dengan menggunakan kotak tools yang diberikan tanda garis. Semua peralatan (tools) yang berada di kotak tools harus diberikan tanda untuk memudahkan peralatan apa saja yang belum dibereskan. Kotak tools itu bisa disebut "kotak bayangan." Sebuah bayangan (silhoutte) peralatan (tools) mengidentifikasikan tempat dimana peralatan (tool) diletakkan. Kendali peralatan (tool) didasarkan pada konsep persediaan barang dengan segera dan dipenuhi, pada sebagian, melalui penggunaan kotak bayangan. Lihat gambar 2.19. Pada kotak tools dimana bayangan (silhouetting) tidak mungkin, perlu adanya suatu catatan dengan persediaan barang dan suatu denah dari kotak tools untuk peralatan yang dimasukkan. Sistem ini memungkinkan inspektur untuk dengan cepat memastikan bahwa semua peralatan (tools) telah dikembalikan setelah suatu pekerjaaan pemeliharaan dilaksanakan.

Gambar 2.19 silhoutte toolbox

Orang yang ditunjuk bertanggung jawab terhadap semua peralatan mempunyai tanggung-jawab spesifik dalam mengendalikan peralatan (tool). Semua kotak peralatan (tool) harus mempunyai kunci dan kunci sebagai bagian dari persediaan barang mereka. Orang yang ditunjuk bertanggung jawab harus sadar akan lokasi dari setiap kunci kontainer dan mempunyai suatu cara mengontrol mereka. Berikut adalah daftar tanggung-jawab tambahan dari orang yang ditunjuk bertanggung jawab terhadap peralatan:

1. Hingga penentuan tugas, mencatat jumlah kotak peralatan (tool) kopi 1, sebelah kiri bagian jam pekerjaan diakumulasikan. Persediaan barang yang kelihatan akan dilakukan oleh teknisi sesudah pembukaan dari setiap tugas, dan semua kekurangan akan dicatat. Setiap ukuran harus dilakukan untuk memastikan peralatan (tools) yang hilang tidak menjadi suatu penyebab FOD. Persediaan barang juga akan dilakukan sebelum suatu perubahan pergeseran, ketika terjadi kemacetan pekerjaan, setelah pemeliharaan diselesaikan, dan sebelum melakukan suatu sistem operasional pemeriksaan pada peralatan.

2. Ketika semua peralatan (tools) sudah dibukukan dan semua tindakan pemeliharaan diselesaikan, orang yang ditunjuk bertanggung jawab

mengisyaratkan, menandakan pemeliharaan itu telah diselesaikan dan bahwa semua peralatan (tools) telah dibukukan.

3. Bila ada peralatan (tool) ditemukan menjadi hilang selama persediaan barang diperlukan, lakukan suatu pencarian segera sesudah pekerjaan pelaporan diselesaikan.

2.17 PERAWATAN PERALATAN (TOOLS) TANGAN

Peralatan (tools) dirancang untuk membuat suatu pekerjaan lebih mudah dan memungkinkan teknisi untuk bekerja secara lebih efisien. Jika mereka tidak digunakan dengan baik dan dirawat, keuntungan-keuntungan mereka tidak kita rasakan. Teknisi harus mempunyai, pilihan, dan menggunakan peralatan (tools) benar dalam rangka untuk melakukan pekerjaan anda dengan cepat, dengan teliti, dan dengan aman.

“Sebuah tempat untuk segalanya dan segalanya didalam tempat nya" adalah akal sehat yang baik:

- MENJAGA SETIAP PERALATAN (TOOL) DIDALAM PENYIMPANAN BARANG SESUAI TEMPAT NYA. Berbasis pada konsep dari sekeluarga toolbox khusus dan diatur untuk persediaan barang sekejap/saat tertentu sebelum serta setelah setiap tindakan pemeliharaan.
- MENJAGA PERALATAN (TOOLS) ANDA DALAM KONDISI BAIK. Amankan mereka dari karat, torehan, beram, dan kerusakan.
- MENJAGA PERALATAN (TOOL) ANDA LENGKAP. Setiap peralatan (tool) harus ditempatkan di dalam kotak ketika tidak digunakan.

Ketika kotak peralatan (tool) bukan benar-benar di lokasi pekerjaan, haruslah dikunci dan disimpan dalam suatu area dijelaskan.

- GUNAKAN SETIAP PERALATAN (TOOL) HANYA UNTUK PEKERJAAN DIRANCANG untuk MELAKUKAN. Jika anda menggunakan peralatan (tool) salah ketika melakukan pemeliharaan atau perbaikan, anda dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan anda sedang kerjakan atau merusak peralatan (tool) itu sendiri. Ingat, tidak pantas menggunakan hasil peralatan (tools) dalam pemeliharaan tidak pantas. Hasil pemeliharaan tidak pantas menyebabkan kerusakan dan luka-luka atau kematian yang mungkin kepada kamu atau lain.
- AMAN MELAKSANAKAN PRAKTEK PEMELIHARAAN. Selalu hindari penempatan peralatan (tools) terhadap atau di atas permesinan atau suatu piranti yang mengandung listrik.
- JANGAN PERNAH GUNAKAN PERALATAN (TOOLS) RUSAK. Sebuah obeng yang digerakkan oleh tenaga baterai dapat tergelincir dan terpisah slot sekrup, kerusakan lain bagian-bagian, atau menyebabkan luka-luka menyakitkan. Sebuah tegangan meteran tidak sesuai akan menghasilkan dalam pengukuran tidak akurat.

Pemeliharaan peralatan (tools) tangan harus mengikuti pola sama artikel yang perihal personal; selalu menjaga peralatan (tools) tangan bersih serta bebas dari kotoran, lemak, dan benda-benda asing. Setelah menggunakan, kembalikan peralatan (tools) dengan segera ke tempat sesuai mereka di toolbox.

Tindakan pencegahan berikut untuk perawatan peralatan (tools):

- Bersihkan peralatan (tools) setelah masing-masing digunakan.
- JANGAN PERNAH memalu dengan suatu kunci Inggris/pilinan.

- JANGAN PERNAH meninggalkan peralatan (tools) berserakan. Ketika mereka tidak digunakan, letakkan mereka dengan rapi pada rak atau didalam toolbox.
- Gunakan suatu minyak pelumas setelah dibersihkan untuk mencegah karat pada peralatan (tools).
- Inventarisasi peralatan (tools) setelah digunakan untuk mencegah kerugian/kehilangan.
- Sebagian dari peralatan (tools) tangan digunakan oleh teknisi penerbangan dapat bervariasi kebiasaan-kebiasaan baik untuk keselamatan, kepedulian dan tempat penyimpanan peralatan (tools) yang itu diperlukan pengetahuan dasar garis besar.
- Pilih peralatan (tool) yang benar untuk pekerjaan
- Yakinkan bahwa peralatan tersebut dalam kondisi baik
- Gunakan tools itu dengan cara yang sesuai
- JANGAN PERNAH tempatkan tools itu di mana bisa menimbulkan suatu bahaya
- Letakkan tools itu dengan aman
- Gunakan hanya peralatan (tools) dengan dibungkus baik untuk pekerjaan elektrik.

Gambar 2.20 peralatan yang rusak

RENUNGAN DAN REFLEKSI

Kecerobohan dan kelengahan akibat dari tidak disiplinnya para teknisi sering mengalami kecelakaan kerja. Untuk meminimalisir kecelakaan kerja maka penting bagi semua untuk selalu disiplin dan mengikuti prosedur yang sudah diterapkan. Janganlah bosan untuk selalu taat aturan walaupun sudah berulang kali dilaksanakan karena disitulah kunci keselamatan kerja.

Perlu disadari juga bahwa kita sebagai manusia tidak terlepas dari suatu kesalahan baik dilakukan dengan sengaja maupun tidak. Oleh karena itu kita senantiasa memohon dan meminta perlindungan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa agar diberi perlindungan agar terhindar dari segala macam kecelakaan baik dilingkungan kerja atau dimanapun kita berada. Sehingga apa yang kita harapkan dan kita inginkan bisa terwujud yaitu hidup bahagia dan sejahtera.

Pada Bab selanjutnya, Kamu akan mempelajari materi tentang fit and clearance dan cara menerapkan fit and clearance pada komponen pesawat udara tersebut. Dengan materi tersebut, memberikan manfaat bagi kamu untuk dapat diterapkan dalam pekerjaan perawatan komponen pesawat udara. Kiranya dengan mempelajari materi tersebut Kamu akan lebih bersyukur akan karunia Tuhan, karenanya masih dilimpahkan kemampuan untuk mempelajari materi yang bermanfaat.

Rangkuman

Di setiap tempat kerja membutuhkan usaha preventif dan kuratif, terhadap gangguan kesehatan dan kecelakaan kerja. K3 merupakan upaya preventif terhadap timbulnya kecelakaan kerja dan penyakit akibat hubungan kerja dalam lingkungan kerja.

Kecelakaan di tempat kerjaan disebabkan 2 faktor utama, yaitu perbuatan pekerja yang tidak aman berupa tingkah laku, tindak-tanduk atau perbuatan yang berakibat terjadinya kecelakaan*(Unsafe action)*. Kedua faktor kondisi berbahaya yang menyebabkan terjadinya kecelakaan *(Unsafe conditions).*

Alat pelindung diri (*Personal Safety Equipment)* digunakan untuk melindungi pekerja dari luka atau penyakit yang diakibatkan oleh adanya kontak dengan bahaya di tempat kerja. APD dipilih dan digunakan sesuai jenis pekerjaan, terdiri dari alat pelindung kepala, Alat Pelindung Mata Dan Muka, Alat Pelindung Telinga, Alat Pelindung Pernafasan, Alat Pelindung Badan dan anggota badan (lengan dan kaki), Alat Pelindung Tenggelam, Alat Pelindung Jatuh.

Untuk menjaga produktivitas, kesehatan dan keselamatan kerja perlu diterapka upaya menyerasikan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya (Ergonomi). Jika terjadi kecelakaan di tempat kerja, dalam kondisi darurat diperlukan upaya pertolongan sebelum datangnya tenaga medis, setiap karyawan hendaknya memahami P3K.

Sebagai upaya pencegahan kecelakaan di tempat kerja harus dikenaliPotensi bahaya yang ada (HAZARD),Tingkat bahaya (DANGER) dan Resiko (RISK). Jika terlah teridentifikasi diperlukan pemasangan rambu peringatan bahaya yang sesuai. Untuk area kerja dan mesin yang dapat menimbulkan bahaya, harus dipasang alat pengaman seperti palang pintu, pagar dan pelindung mesin.

Keamanan lingkungan kerja harus diupayakan melalui pencegahan kebakaran serta penanganan api jika terjadi kebakaran. Alat pemadam api harus disiapkan, tenaga kerja harus dilatih untuk melakukan penanganan api. Selain itu penanganan limbah untuk kelestarian lingkungan kerja perlu dilakukan. Penanganan limbah ini sesuai dengan jenis limbah; padat, cair, gas, kebisingan, atau limbah berbahaya.

Evaluasi

A. Evaluasi Diri

Penilaian Diri

Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.

No	Aspek Evaluasi	Penilaian diri			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya mampu memilih dan menggunakan alat kesehatan dan keselamatan kerja sesuai jenis pekerjaan				
C	**Keterampilan**				
1	Saya mampu menerapkan prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja sesuai standar yang berlaku pada maintenance practice				

B. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan Benar

1. Apa tujuan penggunaan alat keselamatan di lingkungan Kerja?
2. Identifikasi deskripsi masalah dibawah ini, ceklis pada salah satu kolom penyebab kecelakaan kerja.

No	Deskripsi Masalah	Penyebab Kecelakaan Kerja		
		Unsafe Action	*unsafe condition*	*Unsafe Management*
1	Mengoperasikan alat yang bukan menjadi tugas wewenang.			
2	Ventilasi dan penerangan yang kurang			
3	Lingkungan kerja berdebu, berasap,panas, bising.			
4	Prosedur kerja yang tidak tegas atau tidak di terapkan dengan baik			
5	Kerapihan/tata-letak alat dan mesin yang buruk			
6	Bahan, alat-alat/peralatan rusak			
7	Menggunakan alat yang rusak.			
8	Menggunakan alat dengan cara yang salah.			
9	Lingkungan penyimpanan bahan mudah terbakar / meledak.			

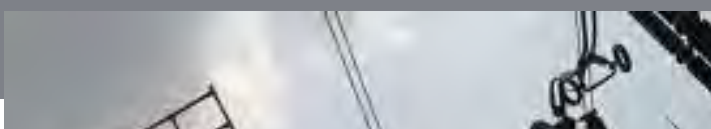
10	Managemen yang tidak memperhatkan k3			

3. Sebutkan 5 perlengkapan pelindung diri yang wajib digunakan oleh seorang teknisi perawatan pesawat udara!
4. Apa yang seharusnya dihindari ketika menggunakan peralatan tangan?
5. Jelaskan pengertian definisi api!
6. Jelaskan bagaimana cara memadamkan api jika terjadi kebakaran di lokasi kerja!
7. Sebutkan masing-masing tiga contoh yang termasuk Potensi bahaya yang ada (*Hazard*), bahaya (*Danger*) dan beresiko (*Risk*).
8. Jelaskan manfaat pelindung area kerja dan pelindung mesin.
9. Jelaskan maksud konsep segitiga api dikaitkan dengan cara memadamkan api kebakaran.
10. Jelaskan apa yang terjadi jika seorang teknisi sering lalai menggunakan alat pelindung telinga bekerja terus menerus di tempat dengan tingkat kebisingan melebihi batas yang ditentukan!

C. Penerapan

1. Perhatikan gambar 1, 2 dan 3 di bawah ini, pilih salah satu gambar untuk kamu bahas.

1

2

Berdasar gambar yang kamu pilih;

a. Berikan komentar kalian terhadap gambar yang dipilih.
b. Apa yang seharusnya dilakukan?

D. Tugas Proyek

KESADARAN MENERAPKAN K3

Sebagaimana dijelaskan dalam materi Bab 1 ini, Kesehatan dan keselamatan kerja membutuhkan kesadaran setiap individu dalam pelaksanaannya. Di sekolah tempat kamu belajar, kamu dapat mengamati pelaksanaan K3 dari berbagai indikator, misalnya;

1. Ketersediaan APAR di lokasi yang memiliki resiko kebakaran
2. Penggunaan APD oleh guru dan siswa saat meaksanakan praktik
3. Penggunaan alat pelindung mesin
4. Melestarikan kebersihan di tempat praktik

Pada tugas proyek kali ini, kamu secara sederhana akan melakukan survey terhadap alasan siswa di sekolah menggunakan APD. Lakukanlah sesuai langkah berikut ini:

1. Buatlah kelompok tugas proyek
2. Perbanyak angket dibawah ini

Alasan saya menggunakan alat pelindung diri pada saat melaksanakan praktikum adalah:	
A	Diwajibkan oleh guru untuk menggunakannya
B	Melindungi saya dari penyakit/kecelakaan kerja
C	Hanya mentaati aturan tata tertib yang tertulis di bengkel / lab
D	Semua teman menggunakannya, karenanya saya juga menggunakannya

Ket : Beri tanda silang sesuai pilihan

3. Bagikan kepada siswa satu kelas (selain siswa di kelasmu)
4. Setelah angket yang disebarkan telah diisi dan terkumpul kembali, isilah tabel berikut:

Tabel Hasil Pengisian Angket

Angket di sebar di kelas : ....

Jumlah siswa di kelas : ....

Jumlah Angket Terkumpul : ....

Jumlah Siswa Memilih Jawabab					Jumlah
	A	B	C	D	
Jumlah					
Jumlah Dalam %					100 %

5. Buat laporan hasil survey
6. Apa kesimpulan dari hasil survey di atas?
7. Apa saran untuk siswa/ teman kalian?
8. Apa saran untuk sekolah?
9. Presentasikan dan diskusikan di kelas

Rubrik Penilaian

1. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

2. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)

   Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)

   Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

3. Skor Siswa $= \frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$

4. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup

G. Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (Review dan Penerapan) yang diberikan.
3. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

PENILAIAN HASIL BELAJAR

Nama Siswa : ....

KD : 1. Mengaplikasikan Safety Precaution Aircraft and Workshop

2. Melaksanakan Workshop Practice

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				

4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai **(Jumlah Nilai / 4)**				

2. PenilaianPengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Penerapan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

3. Penilaian Keterampilan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Tugas Proyek	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	

2	Pengetahuan	
3	Keterampilan	
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat*** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya		

*) Coret yang tidak perlu

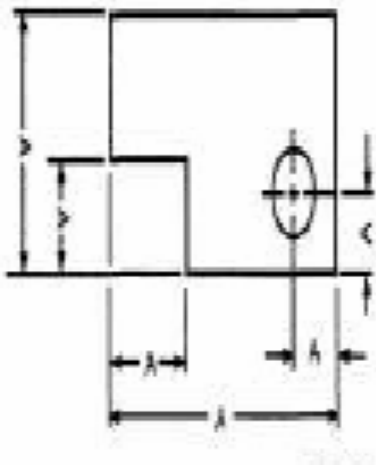
BAB 3. Identifikasi Cleareance

3.1 Jenis Dimensi

Dua jenis dari dimensi umum adalah dimensi ukuran dan dimensi lokasi. Dimensi Ukuran adalah ukuran dari bentuk geometris yang sederhana di dalam suatu bagian. Satu contoh dari suatu dimensi ukuran adalah diameter dari suatu lubang atau lebar dari suatu slot. Dimensi Lokasi adalah lokasi dari bentuk geometris ini dalam hubungan dengan satu sama lain. Satu contoh dari dimensi lokasi adalah seberapa jauh bagian lubang atau slot dari satu sama lainnya.

3.2 Figur Dimensi

Ada dua sistem yang disetujui dalam menunjukan dimensi terhadap gambar : sistem dimensi diselaraskan dan sistem dimensi searah. Pilih satu sistem dari dimensi untuk digunakan di dalam gambar. Anda dapat memperlihatkan dimensi dengan yang manapun, baik bilangan penuh dan pecahan, sistem desimal, atau unit metrik dari ukuran. Dimensi

diselaraskan: Gambar dibuat dengan dimensi diselaraskan yang semua figur dan catatan selaras dengan suatu garis dimensi sedemikian rupa sehingga semua dibaca dari sisi atau tepi suatu gambar. Paling umum dibaca dari dasar dan sebelah kanan. Dimensi diselaraskan kadang-kadang sebagai dimensi bergambar, contoh dari dimensi diselaraskan.

Gambar 3.1 Fitur dimensi

3.3 Dimensi Searah

Di sistem dimensi searah, semua figur dimensi dan catatan ditulis secara horisontal serta dibaca dari dasar gambar. Sistem dimensi searah dipelopori di atas sistem diselaraskan karena itu lebih mudah untuk dibaca dan memahami, contoh dari sistem dimensi searah.

Gambar 3.2 dimensi searah

3.4 Teknik Dimensi

Untuk mendapatkan dimensi yang jelas, berikut diberikan aturan umum sebagai berikut:

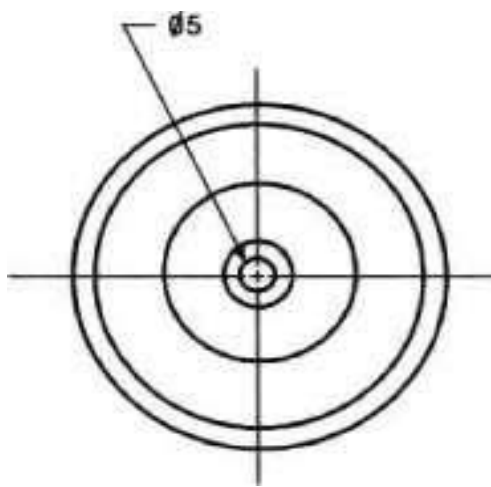
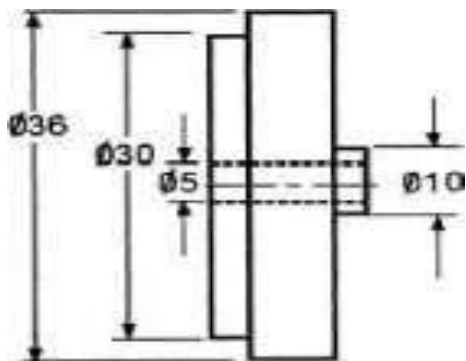
- Menunjukkan dimensi cukup untuk mendefinisikan ukuran, bentuk, dan posisi dari setiap fitur.
- Tempatkan dimensi pada pandangan bahwa sebagian besar dengan jelas merepresentasikan bentuk komponen dari bagian geometris.
- Nyatakan setiap dimensi sedemikian rupa sehingga dapat diterjemahkan dalam hanya satu arah.
- Tempatkan dimensi di luar garis besar objek kecuali ketika itu membantu ke arah memperjelas.
- Jangan gunakan centerlines, objek garis, atau garis perluasan sebagai garis dimensi.
- Pilih dan susun dimensi untuk meminimumkan akumulasi toleransi antara fitur yang berhubungan.
- Jangan ada dimensi ganda. Jangan menempatkan suatu fitur oleh lebih dari satu dimensi toleransi dalam satu arah.
- Tidak pernah sebrangi dimensi, perluasan, dan garis depan kecuali jika benar-benar yang diperlukan.

- Jangan memecah suatu garis dimensi kecuali menyisipkan dimensi.
- Jangan menjalankan perluasan atau garis pemimpin melalui suatu garis dimensi atau memecahkannya kecuali dimana itu melewati melalui atau adalah bersebelahan pada mata panah.
- Hindari dimensi untuk garis tersembunyi.
- Nyatakan dimensi sudut dalam derajat (°), menit (') dan detik (2), atau dalam bagian-bagian sistem desimal dari suatu derajat.
- Jangan menggunakan nol sebelum tanda desimal untuk nilai kurang dari 1 inci.
- Masukkan dimensi dalam. tanda kurung atau beri tanda "REF" ketika (1) diulangi terhadap gambar sama, (2) ditetapkan pada dokumen subordinat, (3) akumulasi dimensi lain, atau (4) diperlihatkan untuk hanya informasi.

3.5 Metoda Unik dari Dimensi

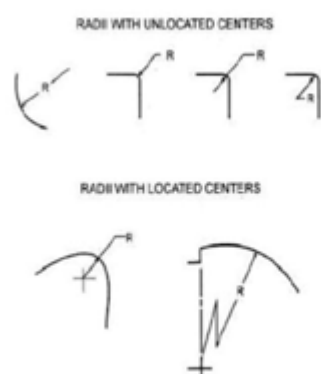
Bagian memerlukan metoda unik dari dimensi. Situasi khusus ini meliputi diameter, radius, sudut dan akhir putaran, putaran, slotted, counterbored, countersunk, dan counterdrilled holes, spot-facing, dan chamfer.

3.6 Diameter

Ketika menandakan diameter dari suatu bentuk melingkar, simbol diameter Ǿ mendahului semua nilai diametral. Ketika anda harus memperlihatkan diameter dari nilai konsentrasi atau fitur eksentrik silindris, dimensi mereka dalam suatu longitudinal atau tampak bagian depan.

Gambar 3.3 Diameter

Gambar 3.4 Diameter

3.7 Radius

Sebuah radius adalah jarak antara suatu busur lingkaran dan titik pusatnya. Menunjukkan jarak ini dengan suatu garis dimensi radius. Garis dimensi radius menggunakan suatu kepala tanda panah di akhir busur lingkaran. Jangan pernah gunakan suatu kepala tanda panah di pusat

radius. Dimana lokasi dari pusat penting dan ijin ruang, menggambar suatu garis dimensi dari pusat radius dengan kepala tanda panah menyentuh busur lingkaran. Tempatkan dimensi antara kepala tanda panah dan pusat. Dalam ruang terbatas, meluas garis dimensi melalui pusat radius. Jika anda tidak bisa menempatkan tanda panah antara pusat radius dan busur lingkaran, tempatkan itu diluar busur lingkaran dengan suatu petunjuk. Dimana pusat dari suatu radius bukan diletakkan secara dimensional, jangan menunjukkan ke pusat. Dimana suatu dimensi diberikan kepada pusat dari suatu radius, menggambar suatu garis kecil di pusat. Dimana lokasi dari pusat adalah tak penting, gambar harus dengan jelas menunjukkan fitur dimensi yang lain itu (seperti permukaan tangen) mengendalikan lokasi busur lingkaran.

Gambar 3.5 radius dengan pusat lokasi dan bukan pusat lokasi

3.8 Toleransi

Kualitas dan ketelitian adalah pertimbangan utama dalam membuat onderdil mesin atau struktur. Bagian-bagian yang dapat dipertukarkan

memerlukan suatu derajat tinggi ketelitian untuk cocok bersama-sama. Dimensi dari bagian-bagian berdampingan; berhadapan cetak-biru dan melakukan manufaktur sampai dimensi itu harus persis mirip serta cocok dengan baik. Sayang, adalah mustahil untuk membuat hal tepat atau dimensi. Sebagian besar dimensi mempunyai suatu derajat ketelitian bervariasi dan makna dari penetapan yang bisa diterima keterbatasan dalam perbedaan dimensi bahwa suatu objek akan mentoleransi dan masih berfungsi.

Untuk memahami toleransi, anda harus memahami sebagian dari definisi dihubungkan dengan penentuan dari suatu toleransi. Definisi ini dapat saja secara umum yang dikategorikan sebagai berkenaan dengan ukuran, kelonggaran, atau cocok.

Toleransi :adalah total jumlah suatu dimensi spesifik dapat bervariasi dinyatakan sebagai sebuah keterbatasan minimum dan maksimum.

UKURAN : Ukuran dari suatu objek atau pasangannya dikenal sebagai nominal, dasar, atau ukuran rancang.

KELONGGARAN: Dimensi yang diijinkan dalam kondisi Maksimum dan minimum diketahui sebagai batas, kelonggaran, dan toleransi bilateral dan unilateral.

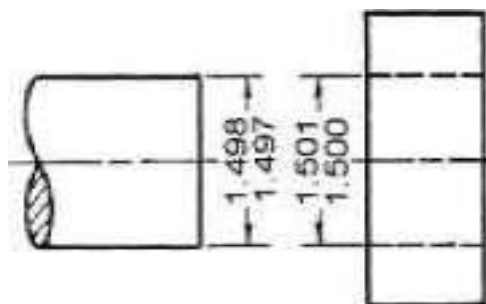
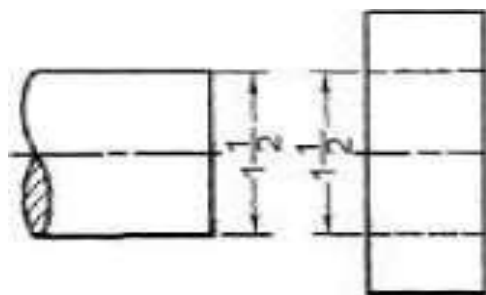
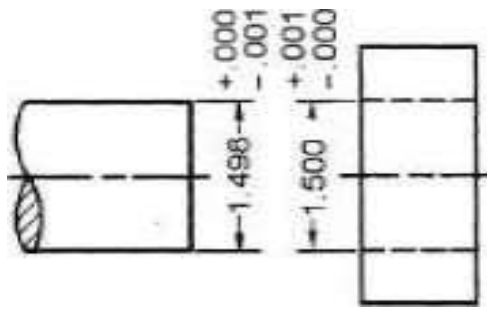
COCOK : Cocok, jarak, interferensi, atau transisi cocok mengacu pada bagaimana objek cocok pada suatu pemasangan.

3.9 Ukuran

Untuk menetapkan ukuran dari suatu objek, anda mendimensi itu dengan suatu ukuran nominal, ukuran dasar, atau ukuran rancang. Berikut di bawah ini diberikan definisi dari ukuran nominal, ukuran basic, dan ukuran rancang.

UKURAN NOMINAL : Ukuran Nominal secara umum mengidentifikasikan keseluruhan ukuran dari suatu objek.

UKURAN BASIC : Ukuran dasar adalah ekivalen sistem desimal dari suatu ukuran nominal atau yang sesuai angka yang dinyatakan. Adalah dimensi dari yang mana anda menghasilkan batas ukuran oleh aplikasi dari kelonggaran dan toleransi.

UKURAN RANCANG : Ukuran dari yang mana anda menghasilkan batas ukuran oleh penggunaan toleransi.

Gambar 3.6 ukuran normal, ukuran dasar, dan ukuran rancang

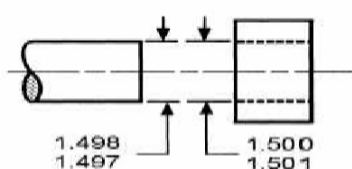
3.10 Kelongaran

Batas, kelonggaran, toleransi unilateral, dan toleransi bilateral mengacu pada variasi ukuran yang bisa diijinkan seperti berikut ini:

Limit :Ukuran maksimum dan minimum ditunjukan oleh suatu dimensi yang ditoleransi. Sebagai contoh, batas untuk suatu lubang adalah 1.500 dan 1.501 inci serta untuk suatu batang 1.498 serta 1.497 inci.

Kelonggaran :Perbedaan disengaja antara batas material maksimum dari bagian-bagian pasangannya. Hal ini adalah suatu jarak minimum (kelonggaran positif) atau interferensi maksimum (kelonggaran negatif) antara bagian-bagian pasangan.

Toleransi unilateral :menunjukan variasi dari ukuran desain dalam satu arah.

Toleransi bilateral :menunjukan variasi dari ukuran desain dalam dua arah. Ukuran aktual dari objek mungkin saja lebih besar atau lebih kecil dibandingkan keterbatasan ukuran yang dinyatakan jika disana dapat disamakan variasinya dalam dua arah. Tambah dan kurang keterbatasan bersatu untuk membentuk suatu nilai tunggal.

Gambar 3.7 batas kelonggaran, toleransi unilateral dan bilateral

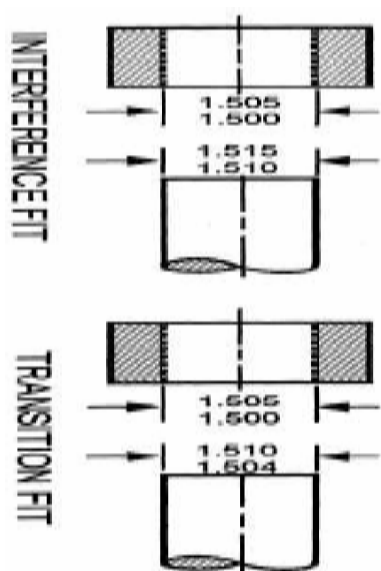
3.11 SUAIAN (FIT)

Bagaimana bagian-bagian pasangan atau pemasangan cocok bersama-sama dengan bagian komponen dapat dihubungkan sebagai suaian, jarak suaian, interferensi suaian, atau transisi suaian.

FIT: Suaian adalah jangkauan umum dari keketatan hasil dari aplikasi dari suatu kombinasi kelonggaran dan toleransi spesifik dalam desain dari bagian-bagian pasangan.

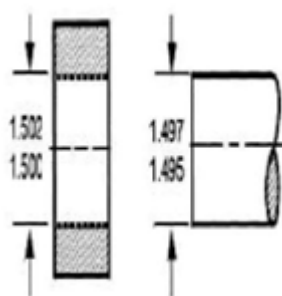
CLEARANCE FIT: Ketika suatu clearance dihasilkan sementara anda sedang mengumpulkan bagian-bagian pasangan, batas dalam ukuran yang dihasillkan oleh jarak itu disebut jarak suaian.

INTERFERENCE FIT: Ketika suatu interference dihasilkan sementara anda sedang mengumpulkan bagian-bagian pasangan, batas dalam ukuran yang dihasilkan oleh interferensi itu disebut interferensi suaian.

TRANSITION FIT : Batas dalam hasil ukuran dari suatu jarak atau interferensi dimana menghasilkan ketika pengumpulan bagian-bagian.

Gambar 3.8 interferensi dan transisi suaian

3.12 Sistem lubang dasar (Basic hole system)

Sistem lubang dasar adalah suatu sistem dari suaian dimana perancangan lubang adalah ukuran dan kelonggaran dasar yang berlakukan bagi batang. Ketika menetapkan toleransi untuk suatu lubang

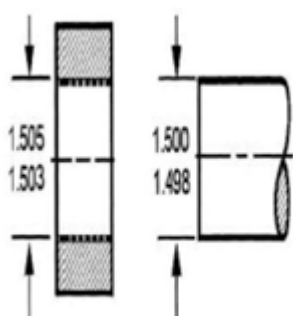
dan silinder serta menentukan dimensi mereka, anda harus mulai menghitung dengan cara menganggap yang manapun, baik lubang minimum (paling kecil) atau ukuran batang maksimum (paling besar) jika mereka bersesuain bersama-sama dengan baik.

Gambar 3.9 basic hole system

Dalam ilustrasi, ukuran lubang minimum adalah ukuran dasar. Untuk mengkalkulasi diameter maksimum dari batang, diasumsikan suatu kelonggaran .003 inci dan dikurangi dari ukuran lubang dasar.

Pemilihan yang berubah-ubah dari toleransi .002 inci, menerapkan toleransi kepada keduanya, yaitu lubang dan batang. Ini memberikan suatu lubang maksimum (1.502 inci) dan batang minimum (1.495 inci). Jarak minimum yang sesuai adalah perbedaan antara lubang paling kecil (1.500 inci) dan batang paling besar (1.497 inci) atau .003 inci. Jarak maksimum yang sesuai adalah perbedaan antara lubang paling besar (1.502 inci) dan batang paling kecil (1.495 inci) atau .007 inci.

Tentukan ukuran batang dari suatu interferensi maksimum cocok dengan cara menambahkan kelonggaran (.003 inci) ke ukuran lubang dasar (1.500 inci) atau 1.503 inci. Untuk mengkonversi dasar melubangi ukuran pada ukuran batang dasar, kurangi kelonggaran untuk suatu jarak suaian atau menambahkan itu untuk interferensi suaian.

3.13 Sistem batang Dasar

Sistem batang dasar adalah suatu sistem dari suaian yang mana ukuran desain dari batang adalah ukuran dan kelonggaran dasar yang teraplikasi ke lubang.

Gambar 3.10 sistem batang dasar

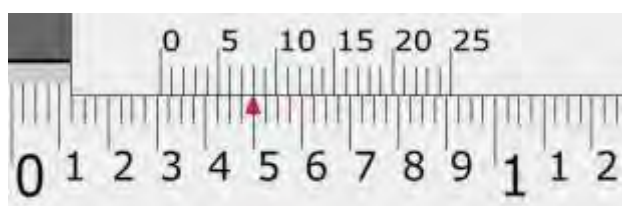
Dalam ilustrasi, ukuran batang maksimum adalah ukuran dasar. Untuk memperoleh diameter lubang minimum, diasumsikan suatu kelonggaran .003 inci dan menambahkan ke ukuran batang dasar.

Pemilihan yang berubah-ubah suatu toleransi dari .002 inci, menambahkan toleransi ke lubang dan batang untuk memperoleh lubang maksimum (1.505 inci) dan batang minimum (1.498 inci). Jarak suaian adalah perbedaan antara lubang paling kecil (1.503 inci) dan batang paling besar (1.500 inci) atau .003 inci. Jarak suaian maksimum adalah perbedaan antara lubang paling besar (1.505 inci) dan batang paling kecil (1.498 inci) atau .007 inci.

Menentukan ukuran lubang minimum dari suatu interferensi suaian dengan cara mengurangi kelonggaran (.003 inci) dari ukuran batang dasar (1.500 inci) atau 1.497 inci). Untuk mengkonversi ukuran batang dasar ke ukuran lubang dasar, tambahkan kelonggaran untuk suatu jarak suaian atau mengurangi itu untuk interferensi suaian.

PEMBACAAN PENGUKURAN

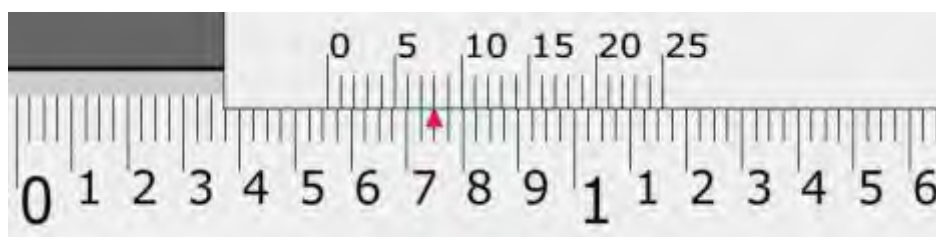
DENGAN CALIPER VERNIER 1/1000 INCHI

A. Hasil pengukuran suatu benda kerja dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 1/1000 inch adalah sebagai berikut :

1 inch = 40 bagian skala utama, maka : 1 Skala Utama = 1/40 Inch dan 1 Skala utama dibagi 25 skala Nonius, Maka : 1/40 : 25 = 1/1000

a. Posisi skala utama (bawah), sebelum titik nol skala nonius : pada strip ke-12, maka : 1/40 x 12 = 12/40.

b. Posisi skala nonius (atas) pada strip ke-8, Maka : 1/1000 x 8 = 8/1000.

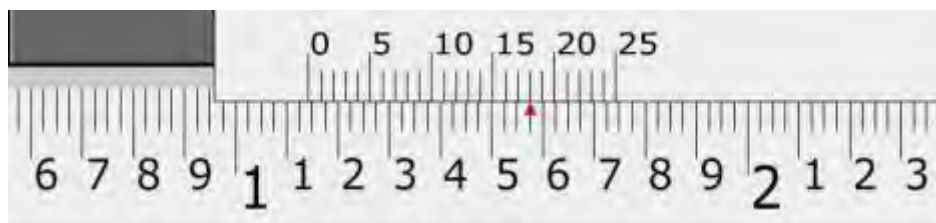
Jadi hasil pengukuran benda kerja adalah : 12/40 + 8/1000 = 300/1000 + 8/1000 = **308/1000 inch = 0,308 inch.**

B. Hasil pengukuran suatu benda kerja dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 1/1000 inch adalah sebagai berikut :

1 inch = 40 bagian skala utama, maka : 1 Skala Utama = 1/40 Inch dan 1 Skala utama dibagi 25 skala Nonius, Maka : 1/40 : 25 = 1/1000

a. Posisi skala utama (bawah), sebelum titik nol skala nonius : pada strip ke-22, maka : 1/40 x 22 = 22/40.

b. Posisi skala nonius (atas) pada strip ke-8, Maka : 1/1000 x 8 = 8/1000.

Jadi hasil pengukuran benda kerja adalah : 22/40 + 8/1000 = 550/1000 + 8/1000 = **558/1000 inch = 0,558 inch.**

C. Hasil pengukuran suatu benda kerja dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 1/1000 inch adalah sebagai berikut :

1 inch = 40 bagian skala utama, maka : 1 Skala Utama = 1/40 Inch dan 1 Skala utama dibagi 25 skala Nonius, Maka : 1/40 : 25 = 1/1000

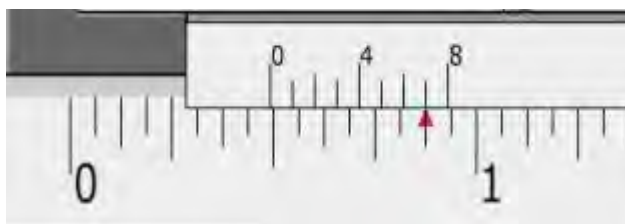
a. Posisi skala utama (bawah), sebelum titik nol skala nonius : pada strip ke-45, maka : 1/40 x 45 = 45/40.

b. Posisi skala nonius (atas) pada strip ke-18, Maka : 1/1000 x 18 = 18/1000.

Jadi hasil pengukuran benda kerja adalah : 45/40 + 18/1000 = 1125/1000 + 18/1000 = 1143**/1000 inch = 1,143 inch**

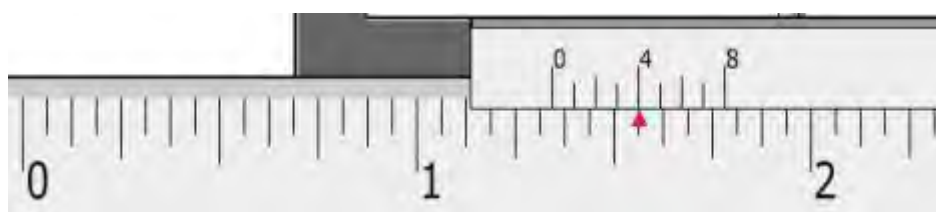
PEMBACAAN PENGUKURAN

DENGAN CALIPER VERNIER 1/128 INCHI

A. Hasil pengukuran suatu benda kerja dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 1/128 inch adalah sebagai berikut :

1 inch = 16 bagian skala utama, maka : 1 Skala Utama = 1/16 Inch dan 1 Skala utama dibagi 8 skala Nonius, Maka : 1/16 : 8 = 1/128

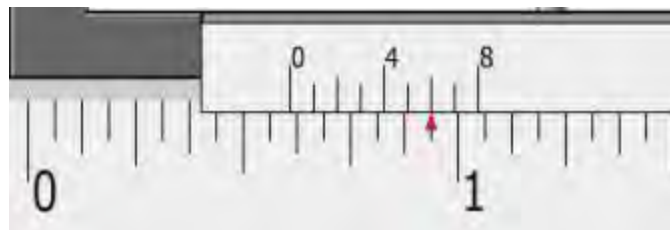
a. Posisi skala utama (bawah), sebelum titik nol skala nonius : pada strip ke-7, maka : 1/16 x 7 = 7/16.

b. Posisi skala nonius (atas) pada strip ke-7, maka : 1/128 x 7 = 7/128.Jadi hasil pengukuran benda kerja adalah : 7/16 + 7/128 = 56/128 + 7/128 = **63/128 inch.**

B. Hasil pengukuran suatu benda kerja dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 1/128 inch adalah sebagai berikut :

1 inch = 16 bagian skala utama, maka : 1 Skala Utama = 1/16 Inch dan 1 Skala utama dibagi 8 skala Nonius, Maka : 1/16 : 8 = 1/128

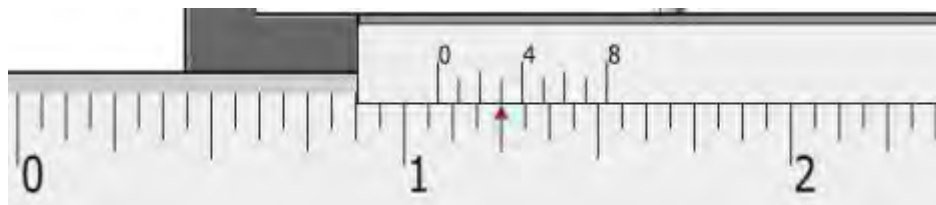
a. Posisi skala utama (bawah), sebelum titik nol skala nonius : pada strip ke-21, maka : 21/16 inch.

b. Posisi skala nonius (atas) pada strip ke-4, maka : 1/128 x 4 = 4/128.Jadi hasil pengukuran benda kerja adalah : 21/16 +4/128 = 168/128 +4 /128= 172/128 = **1 11/32 inch**.

C. Hasil pengukuran suatu benda kerja dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 1/128 inch adalah sebagai berikut :

1 inch = 16 bagian skala utama, maka : 1 Skala Utama = 1/16 Inch dan 1 Skala utama dibagi 8 skala Nonius, Maka : 1/16 : 8 = 1/128

a. Posisi skala utama (bawah), sebelum titik nol skala nonius : pada strip ke-9, maka :   9/16 inch.

b. Posisi skala nonius (atas) pada strip ke-6, maka : 1/128 x 6 = 6/128.Jadi hasil pengukuran benda kerja adalah : 9/16 +6/128 = 72/128 +6 /128 = 78/128 =**39/64 inch**.

D. Hasil pengukuran suatu benda kerja dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 1/128 inch adalah sebagai berikut :

1 inch = 16 bagian skala utama, maka : 1 Skala Utama = 1/16 Inch dan 1 Skala utama dibagi 8 skala Nonius, maka : 1/16 : 8 = 1/128

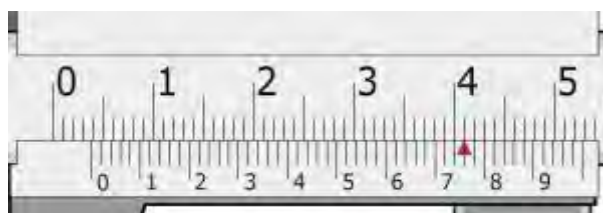
a. Posisi skala utama (bawah),sebelum titik nol skala nonius : pada strip ke-17, maka : 17/16 inch.

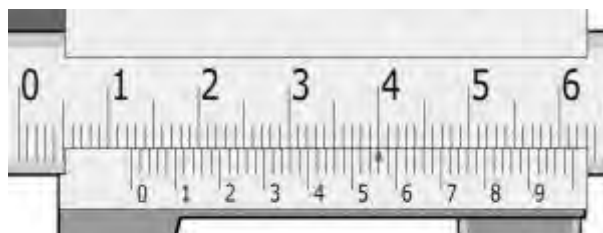
b. Posisi skala nonius (atas) pada strip ke-3, Maka : 1/128 x 3 = 3/128.Jadi hasil pengukuran benda kerja adalah : 17/16 +3/128 = 136/128 +3 /128 =139/128 = **1 11/128 inch**.

PEMBACAAN HASIL PENGUKURAN

DENGAN CALIPER VERNIER 0.02 mm

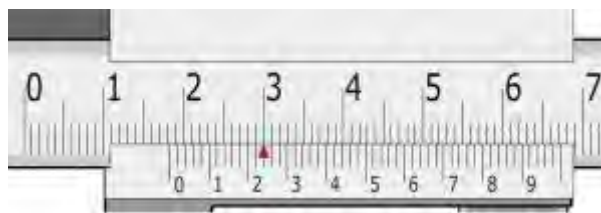
Ketelitian Jangka sorong adalah : 1 bagian Skala utama, dibagi sebanyak jumlah skala nonius = **1/50=0,02 mm** (maka : 1 skala nonius = 0,02 mm)

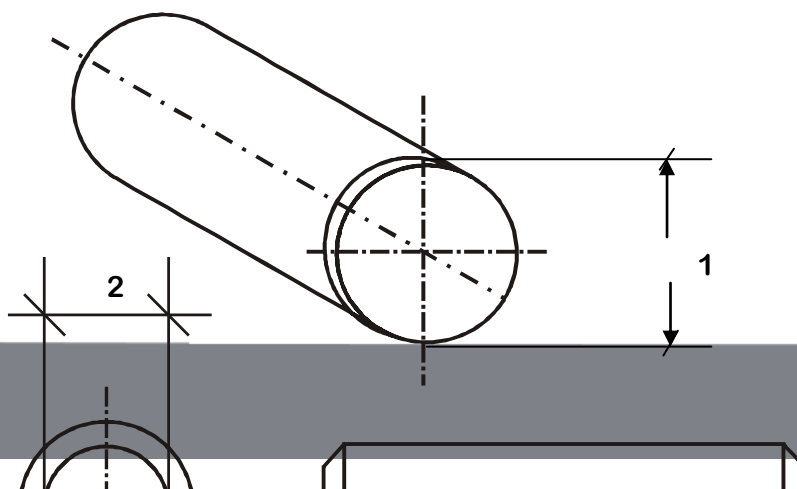
A. Hasil pengukuran suatu benda kerja dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 1/50 mm (0,02 mm) adalah :

Skala Utama = **3** mm dan Skala nonius = 38 x 0,02 mm = **0,76** mm. Maka hasil pengukuran jangka sorong diatas adalah 3 + 0,76 = **3, 76** mm.

B. Hasil pengukuran suatu benda kerja dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 1/50 mm (0,02 mm) adalah :

Skala Utama = **12** mm dan Skala nonius = 28x 0,02 mm = **0,56** mm. Maka hasil pengukuran jangka sorong diatas adalah 12 + 0,56 = **12, 56** mm.

C. Hasil pengukuran suatu benda kerja dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 1/50 mm (0,02 mm) adalah :

Skala Utama = **13** mm dan Skala nonius = 12x 0,02 mm = **0,24** mm. Maka hasil pengukuran jangka sorong diatas adalah 13 + 0,44 = **13, 24** mm.

D. Hasil pengukuran suatu benda kerja dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 1/50 mm (0,02 mm) adalah :

Skala Utama = **18** mm dan Skala nonius = 12x 0,02 mm = **0,24** mm. Maka hasil pengukuran jangka sorong diatas adalah 18 + 0,44 = **18, 24** mm.

PENGUKURAN BENDA KERJA

Gambar 3.11 Pengukuran benda kerja

NO MODUL	TOLERANSI	HASIL PENGUKURAN				KETERANGAN
		1	2	3	4	
1						
2						
3						

4						
5						
6						

RENUNGAN DAN REFLEKSI

Kecerobohan dan kelengahan akibat dari tidak disiplinnya para teknisi sering mengalami kesalahan dalam mengukur suatu benda yang sedang dikerjakan. Untuk meminimalisir kesalahan dalam melakukan pengukuran maka penting bagi semua untuk selalu disiplin dan mengikuti prosedur yang sudah diterapkan. Janganlah bosan untuk selalu taat aturan walaupun sudah berulang kali dilaksanakan karena disitulah kunci keselamatan kerja.

Perlu disadari juga bahwa kita sebagai manusia tidak terlepas dari suatu kesalahan baik dilakukan dengan sengaja maupun tidak. Oleh karena itu kita senantiasa memohon dan meminta perlindungan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa agar diberi perlindungan agar terhindar dari segala macam kesalahan dalam pengukuran dilingkungan kerja atau dimanapun kita

berada. Sehingga apa yang kita harapkan dan kita inginkan bisa terwujud yaitu hidup bahagia dan sejahtera.

Pada Bab selanjutnya, Kamu akan mempelajari materi tentang Melaksanakan Pekerjaan Riveting pada komponen pesawat udara tersebut. Dengan materi tersebut, memberikan manfaat bagi kamu untuk dapat diterapkan dalam pekerjaan perawatan komponen pesawat udara. Kiranya dengan mempelajari materi tersebut Kamu akan lebih bersyukur akan karunia Tuhan, karenanya masih dilimpahkan kemampuan untuk mempelajari materi yang bermanfaat.

Rangkuman

Toleransi :adalah total jumlah suatu dimensi spesifik dapat bervariasi dinyatakan sebagai sebuah keterbatasan minimum dan maksimum.

UKURAN : Ukuran dari suatu objek atau pasangannya dikenal sebagai nominal, dasar, atau ukuran rancang.

KELONGGARAN: Dimensi yang diijinkan dalam kondisi Maksimum dan minimum diketahui sebagai batas, kelonggaran, dan toleransi bilateral dan unilateral.

COCOK : Cocok, jarak, interferensi, atau transisi cocok mengacu pada bagaimana objek cocok pada suatu pemasangan.

UKURAN NOMINAL : Ukuran Nominal secara umum mengidentifikasikan keseluruhan ukuran dari suatu objek.

UKURAN BASIC : Ukuran dasar adalah ekivalen sistem desimal dari suatu ukuran nominal atau yang sesuai angka yang dinyatakan. Adalah dimensi dari yang mana anda menghasilkan batas ukuran oleh aplikasi dari kelonggaran dan toleransi.

UKURAN RANCANG : Ukuran dari yang mana anda menghasilkan batas ukuran oleh penggunaan toleransi.

FIT: Suaian adalah jangkauan umum dari keketatan hasil dari aplikasi dari suatu kombinasi kelonggaran dan toleransi spesifik dalam desain dari bagian-bagian pasangan.

CLEARANCE FIT: Ketika suatu clearance dihasilkan sementara anda sedang mengumpulkan bagian-bagian pasangan, batas dalam ukuran yang dihasillkan oleh jarak itu disebut jarak suaian.

INTERFERENCE FIT: Ketika suatu interference dihasilkan sementara anda sedang mengumpulkan bagian-bagian pasangan, batas dalam ukuran yang dihasilkan oleh interferensi itu disebut interferensi suaian.

TRANSITION FIT : Batas dalam hasil ukuran dari suatu jarak atau interferensi dimana menghasilkan ketika pengumpulan bagian-bagian.

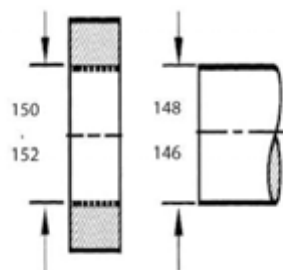
E. Evaluasi Diri

Penilaian Diri					
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.					
No	**Aspek Evaluasi**	**Penilaian diri**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				

1	Saya mampu melakukan perhitungan untuk menentukan fit and cleareances dari berbagai macam benda kerja				
C	**Keterampilan**				
1	Saya mampu melakukan pengukuran untuk menentukan fit and cleareances dari berbagai macam benda kerja				

F. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan Benar

1.

Gambar 3.12

Diketahui ukuran : Ǿ lubang dasar 150mm,toleransi 2mm kelonggaran 2mm. Tentukan suaian min dan maksimum pada soal di atas!

G. Penerapan

H. Tugas Proyek

Rubrik Penilaian

5. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

6. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

G. Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

4. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
5. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (Review dan Penerapan) yang diberikan.

6. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

PENILAIAN HASIL BELAJAR

Nama Siswa : ....

KD : 1. Mengidentifikasi fit and cleareances pada komponen pesawat udara

2. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 4)				

2. PenilaianPengetahuan

Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Penerapan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

3. Penilaian Keterampilan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Tugas Proyek	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	
2	Pengetahuan	
3	Keterampilan	
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat*** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya		

*) Coret yang tidak perlu

4.1 Pendahuluan

Sebuah pesawat terbang, sekalipun dibuat dari material yang paling bagus dan komponen-komponennya paling kuat akan disangsikan kekuatannya kecuali jika komponen-komponen dengan sungguh-sungguh dijaga kesatuannya.

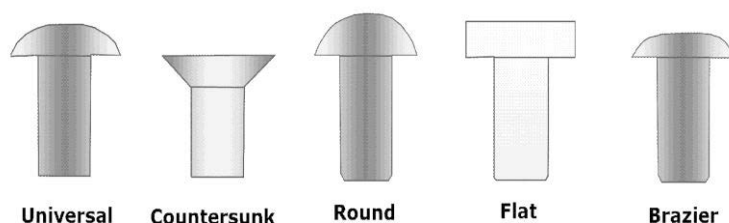
Beberapa metode digunakan untuk menjaga kesatuan komponen yang berbahan logam yaitu dengan proses riveting, bolting, brazing, dan welding. Proses yang digunakan harus menghasilkan satu kesatuan menjadi komponen yang kuat ketika digabung.

Alumunium dan campurannya sulit untuk disolder. Untuk membuat satu kesatuan yang baik dan menggabungkannya dengan kuat, bagian-bagian alumunium dapat diwelding, bolting, atau diriveting bersama. Proses pekerjaan riveting lebih memuaskan dari sudut kekuatan dan kerapihan dan lebih mudah untuk mengerjakannya dari pada proses pekerjaan welding. Metode ini umumnya banyak digunakan untuk mengikat alumunium alloy dalam konstruksi dan perbaikan pesawat terbang.

Rivet adalah sebuah pin berbahan metal yang digunakan untuk menyatukan dua atau lebih lembaran metal, pelat atau lempengan material secara bersama. Rivet terdiri dari bagian kepala yang memang sudah dibentuk dari pabrikan. Shank adalah badan rivet yang ditempatkan di sepanjang lubang dua lembaran material secara tepat dan ujungnya dibentuk menjadi kepala ke dua untuk mengapit dua lembaran dengan kokoh secara bersama-sama. Kepala yang ke dua atau juga disebut shop head dapat dibentuk dengan peralatan tangan atau pneumatik. Shop head ini fungsinya sama dengan mur pada baut. Selain itu rivet juga digunakan untuk menggabungkan bagian-bagian skin pesawat, bagian-bagian spar, bagian-bagian rib, melindungi fitting untuk berbagai macam komponen pesawat terbang, dan mengikat anggota-anggota penguat yang tidak terhitung banyaknya serta bagian-bagian lainnya secara bersama.

Ada dua jenis rivet yang umumnya sering digunakan pada pesawat terbang yaitu tipe solid-shank yang proses pekerjaannya menggunakan bucking bar dan tipe blind rivet yang tidak memakai bucking bar dalam proses pekerjaannya.

4.2 Solid-Shank Rivet

Tipe solid-shank rivet umumnya digunakan dalam pekerjaan perbaikan. Mereka diidentifikasi dengan berbagai macam bahan material, tipe kepala, ukuran shank dan kondisi kekerasan dari bahan tersebut. Penandaan tipe kepala dari solid-shank seperti universal head, round head, flat head, countersunk head, dan brazier head tergantung bentuk sayatan kepalanya (lihat gambar).

Gambar 4.1 bentuk kepala rivet

Penandaan kekerasan dan kekuatan diindikasikan oleh tanda khusus pada kepala rivet.

Material yang digunakan pada tipe rivet solid-shank adalah alumunium alloy. Kondisi kekuatan dan kekerasan dari rivet alumunium alloy diidentifikasi dengan angka dan huruf. Contoh bahan material rivet

yang biasanya digunakan dalam perbaikan pesawat terbang yaitu 1100, 2017-T, 2024-T, 2117-T dan 5056.

Rivet 1100 disusun dari 99.45 % murni alumunium, sehingga rivet ini begitu lunak. Tipe rivet ini digunakan pada pekerjaan perbaikan bagian-bagian yang bukan merupakan struktur pesawat terbang. Jadi pada bagian ini kekuatan bukan merupakan faktor yang penting.Rivet ini sangat baik digunakan pada pekerjaan riveting map.

Rivet 2117-T dikenal sebagai field rivet. Rivet ini banyak digunakan pada proses pekerjaan perbaikan struktur pesawat terbang dan tahan terhadap korosi. Pada tipe rivet ini harus melewati proses annealing.

Rivet 2017-T dan 2024-T digunakan pada proses pekerjaan perbaikan struktur pesawat terbang berbahan alumunium alloy. Penggunaan rivet ini lebih mengutamakan kekuatan sehingga harus melewati proses annealing dan harus dijaga suhu dinginnya sampai rivet tersebut digunakan. Untuk rivet 2017-T baru bisa digunakan setelah didiamkan kira-kira satu jam setelah dikeluarkan dari ruang pendingin. Sedangkan rivet 2024-T harus menunggu 10-20 menit setelah dikeluarkan dari ruang pendingin.

Rivet 5056 digunakan untuk proses pekerjaan perbaikan struktur pesawat terbang berbahan magnesium alloy. Rivet ini mempunyai kualitas yang tinggi terhadap korosi.

4.3 Identifikasi Rivet

Tanda pada kepala rivet digunakan untuk mengklasifikasi karakteristik dari rivet tersebut. Tanda itu bisa berupa raised teat, dua raised teat, dimple, sepasang raised dashes, raised cross, segitiga. Ada juga pada kepala rivet tidak ada tanda untuk menunjukkan klasifikasi dari rivet tersebut. Tanda yang berbeda mengindikasikan komposisi dari persediaan rivet. Seperti sudah diterangkan bahwa rivet mempunyai

perbedaan warna untuk memberi perlindungan lapisan permukaan yang digunakan oleh pabrikan.

Rivet roundhead digunakan dalam interior pesawat terbang, kecuali ada toleransi yang dibutuhkan untuk anggota-anggota yang berdekatan. Rivet roundhead agak panjang, permukaan atas bulat dan kepalanya besar. Kepala yang besar ini cukup untuk menguatkan lembaran disekitar lubang dan pada waktu yang sama dapat menahan tegangan.

Rivet flathead sama seperti rivet roundhead banyak digunakan pada interior pada pesawat terbang. Jarang digunakan pada pekerjaan perbaikan permukaan bagian luar.

4.4 Rivet Layout

Rivet layout digunakan untuk menentukan:

(1) jumlah rivet yang dibutuhkan

(2) ukuran dan corak rivet

(3) material, perlakuan panas dan kekuatannya.

(4) Ukuran lubang rivet

(5) jarak lubang dan rivet dari tepi bidang

(6) jarak antar rivet di sepanjang daerah perbaikan

Pada bab ini yang dibahas adalah proses pekerjaan rivet untuk susunan satu baris, dua baris dan tiga baris untuk perbaikan pesawat ukuran kecil.

Tipe kepala, ukuran dan kekuatan yang dibutuhkan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain seperti macam-macam gaya yang terjadi disekitar titik yang dirivet, macam dan ketebalan material yang dirivet dan lokasi komponen yang dirivet pada pesawat terbang.

Tipe kepala rivet yang dibutuhkan untuk pekerjaan khusus ditentukan dilokasi mana pemasangan rivet tersebut. Daerah di mana permukaan aerodinamikanya halus maka kepala rivet yang digunakan adalah countersunk. Untuk lokasi lainnya dapat menggunakan kepala rivet universal. Jika dibutuhkan kekuatan lebih dan jarak ruangan masih dalam batas yang diijinkan ada baiknya menggunakan kepala rivet berjenis roundhead, tetapi jika jarak ruang tidak tersedia maka kepala rivet yang digunakan adalah jenis flathead.

Ukuran diameter rivetshank yang digunakan harus disesuaikan dengan ketebalan dari material yang dirivet.

Jika rivet terlalu besar digunakan pada materil yang tipis, ada gaya-gaya yang menggerakkan rivet sehingga menyebabkan tonjolan yang tak dinginkan disekitar kepala rivet. Pada bagian lain jika terlalu kecil diameter rivet yang dipilih untuk material yang tebal gaya geser dari rivet tidak akan cukup besar untuk menerima beban dari sambungan. Menurut peraturan, diameter rivet tidak boleh kurang dari 3x ketebalan lembaran. Diameter rivet yang dipilih dalam perbaikan dan pemasangan umumnya antara 3/32 in sampai 3/8 in. Biasanya diameter rivet yang lebih kecil dari 3/32 in tidak pernah digunakan pada komponen-komponen struktur pesawat yang menerima gaya.

Ketika menentukan total panjang rivet untuk pemasangan, ketebalan gabungan dari material yang disatukan harus diketahui. Ukurannya disebut panjang grip. Jadi total panjang rivet adalah sama dengan panjang grip tambah jumlah rivet shank untuk membentuk shop head yang pantas (lihat gambar 11.16). Panjang rivet yang dibutuhkan untuk membentuk shop head adalah 1.5 x diameter dari rivet shank.

A – Total rivet length

B – Grip length

C – Amount of rivet length needed for proper shop head (1½ X rivet dia.)

Gambar 4.2 panjang rivet

Dari informasi gambar , maka rumusnya adalah A=B + C, di mana A adalah total panjang rivet, B adalah panjang grip, dan C adalah material yang dibutuhkan untuk membentuk shop head.

Pemasangan rivet yang pantas dan benar seperti pada gambar 4.2. Perhatikan dengan hati-hati metode yang digunakan untuk mengukur panjang total rivet untuk kepala rivet countersunk dan tipe kepala rivet yang lain.

Sebisa mungkin, pemilihan rivet harus sama dengan material yang dirivet. Contohnya, gunakan rivet 1100 dan 3003 pada komponen yang dibuat pabrik yang berbahan alloy 1100 dan 3003.

Secara umum, membuat jarak antar rivet pada sebuah perbaikan harus sesuai dengan yang digunakan oleh pabrikan pada daerah yang mengalami kerusakan. Di samping dari peraturan-peraturan yang mendasar tidak ada aturan khusus menentukan jarak antar rivet pada semua kasus.

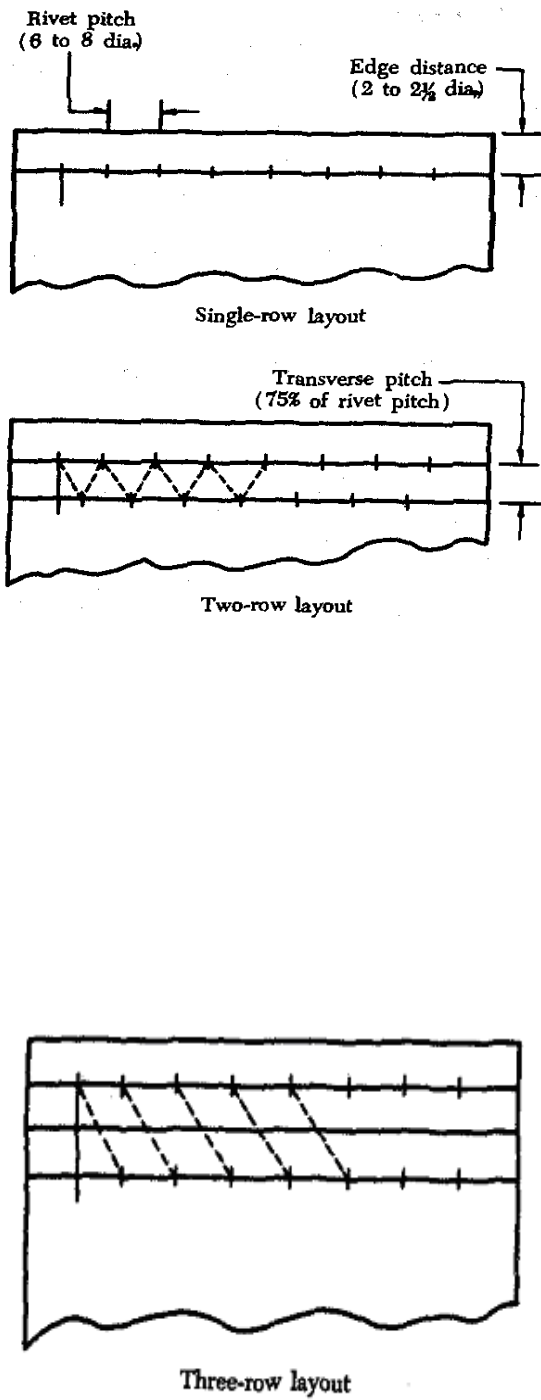
Jarak tepi(edge distance) adalah jarak dari pusat rivet pertama ke tepi dari lembaran, tidak boleh kurang dari 2 x diameter atau lebih dari 4 x diameter rivet. Disarankan jarak tepi rivet 2.5 x diameter rivet. Jika

rivet ditempatkan terlalu dekat ke tepi lembaran , lembarannya mungkin retak atau menjauh dari rivet, dan jika jaraknya terlalu jauh dari tepi, lembarannya mungkin naik pada tepi.

Rivet pitch adalah jarak antara pusat rivet yang berdekatan dalam baris yang sama. Rivet pitch yang diijinkan paling kecil adalah 3 x diameter. Rata-rata rivet pitch adalah 6-8 x diameter rivet, walaupun diperbolehkan rivet pitch antara 4-10 x diameter rivet.

Transverse pitch adalah jarak antar baris yang diukur tegak lurus, besarnya sekitar 75% dari rivet pitch. Transverse pitch yang diijinkan paling kecil adalah 2.5 x diameter rivet.

Ketika sambungan pada pipa mengalami kerusakan dan rivet melintasi keseluruhan pipa, jarak antar rivet adalah 4-7x diameter rivet jika rivet yang berdekatan berada pada sudut yang benar satu sama lainnya. Jarak antar rivet 5-7x diameter rivet jika segaris. Jarak rivet pertama pada masing-masing tiap sambungan tidak boleh kurang dari 2.5 diameter rivet dari ujung lengan.

Aturan umum untuk menentukan jarak rivet untuk susunan baris lurus adalah sangat sederhana. Dalam susunan baris tunggal, langkah pertama adalah menentukan jarak tepi tiap-tiap ujung baris, kemudian menentukan jarak antar rivet (lihat gambar 11.17). Dalam susunan dua baris, tentukan dahulu baris pertama seperti yang sudah diterangkan pada susunan baris tunggal, kemudian tempatkan baris ke dua yang jaraknya sama dengan transverse pitch dari baris pertama, dan selanjutnya tentukan lubang-lubang rivet pada baris tersebut sehingga rivet-rivet tersebut jatuh di tengah-tengah baris pertama. Pada susunan tiga baris, tentukan terlebih dahulu baris pertama dan baris ke tiga, kemudian menentukan lubang rivet pada baris ke dua dengan menggunakan tepi lurus.

Gambar 4.3 rivet layout

4.5 Instalasi Rivet

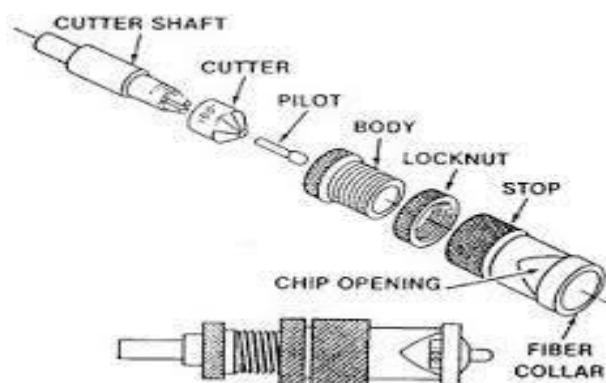
Alat-alat yang digunakan dalam pekerjaan riveting antara lain: drill, reamer, rivet cutter, bucking bar, riveting hammer, draw set, dimpling die, rivet gun,dan squeeze rivet. Selain itu alat-alat seperti self-tapping screw, C-clamp dan fastener umumnya digunakan untuk menjepit lembaran saat pekerjaan riveting.

4.6 Duplikasi Lubang

Saat bagian skin yang rusak diganti dengan yang baru, lubang pada lembaran pengganti harus dibor untuk mencocokkan lubang dalam struktur. Lubang-lubang tersebut ditempatkan dengan lubang duplikator. Pasak pada kaki dasar dari duplikator sesuai masuk ke lubang rivet yang ada. Lubang pada bagian yang baru dibuat dengan cara dibor sepanjang paking(bushing) pada kaki bagian atas. Jika lubang duplikator dibuat dengan benar, maka lubang yang dibor akan berada pada kedudukan sempurna. Untuk tiap-tiap diameter rivet harus menggunakan duplikator yang terpisah.

4.7 Mesin Countersink

Mesin countersinking digunakan untuk rivet flush pada lembaran yang mempunyai ketebalan 0.064 inci atau lebih besar. Countersink mempunyai suatu potong wajah beveled ke sudut kepala paku-keling, dan tetap dijaga pusatnya oleh suatu batang pilot yang disisipkan dalam lubang paku keling. Ketika suatu countersink konvensional digunakan, anda harus mencoba masing-masing lubang dengan suatu paku keling atau sekrup untuk memastikan lubang bukan dibenamkan terlalu dalam. Countersink dapat diatur perangkat (tool) terbaik untuk menggunakan karena kedalaman dari lubang dapat dikontrol. Alat menghentikan secara otomatis berlaku sebagai suatu meteran kedalaman sedemikian rupa

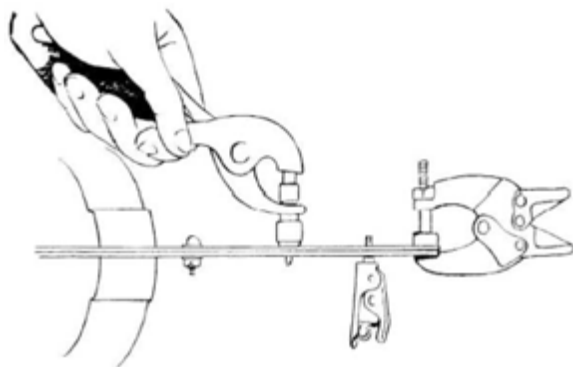
sehingga lubang tidak akan dibenamkan terlalu dalam. Pada gambar 4.4 memperlihatkan suatu perhentian countersink yang dapat diatur. Countersink harus selalu diperlengkapi dengan suatu krah baju serat untuk mencegah rusaknya permukaan logam. Sebuah motor drill atau drill tangan (elektrik atau udara) dapat digunakan untuk mengoperasikan countersink. Bagaimanapun, itu tidak akan dioperasikan di atas 2,500 rpm. Countersink harus tajam untuk menghindari getaran dan meleter.

Gambar 4.4 adjustable stop countersink

4.8 Skin Fasteners

Ada beberapa jenis dari skin fastener digunakan untuk sementara mengamankan bagian-bagian pada tempat benar untuk pengeboran dan riveting serta untuk mencegah keselipan serta perambatan dari bagian-bagian. C-clamps, sekrup mesin, dan Cleco fastener sering digunakan untuk tujuan ini. Lihat gambar 11.19 Cleco fastener masuk ukuran mulai

dari 1/1 6 sampai 3/8 inci. Ukuran secara normal dicap pada fastener, tetapi dapat juga dikenali oleh kode warna berikut:

- 1/16 inci hitam
- 3/32 inci cadmium
- 3/16 inci kuningan
- 1/8 inci alumunium
- 5/32 inci hitam
- 3/8 inci merah
- 1/4 inci hijau

Cleco fastener di-install dengan cara memampatkan spring dengan catut Cleco (tang). Dengan spring ditekan, pin dari Cleco adalah disisipkan dalam lubang yang dibor. Spring yang ditekan kemudian dilepaskan, membiarkan tekanan spring pin dari Cleco untuk menggambar bahan bersama-sama. Cleco harus disimpan di atas plat saluran u (U-channel plate) untuk melindungi pi-pin dari Cleco. Menyimpan Cleco secara acak di antara perangkat (tools) berat akan menghasilkan pin dalam kondisi bengkok.

Gambar 4.5 cleco fastener

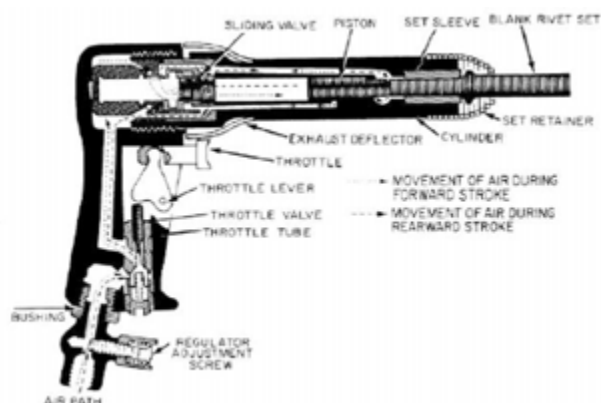
4.9 Rivet Head Shaver

Rivet Head Shaver, diperlihatkan dalam gambar 11.20, digunakan untuk memperlancar pembenaman kepala rivet dimana kepala rivetnya menonjol. Rivet head shaver juga disebut "micro miller." Kedalaman dari pemotongan dapat diatur dalam kenaikan 0.0005 inci terhadap model diperlihatkan. Terhadap beberapa model kedalaman dari pemotongan dapat diatur dalam kenaikan 0.0008 inci. Anda bisa mengubah pemotongnya dan melakukan penyesuaian kedalaman mereka tanpa menggunakan perangkat (tools) khusus. Sekali kedalaman ditetapkan, tindakan positif dari collar pengunci bergigi tajam yang dapat disesuaikan mencegah tingkat kerugian setting. Anda harus memposisikan pemotong secara langsung di atas kepala rivet dan memegang perangkat (tool) pada sudut 90 derajat ke permukaan yang sedang dihaluskan. Dengan perangkat (tool) pemutar pada rpm maksimum, anda kemudian menekan itu ke arah permukaan, memelihara sudut 90-derajat. Tekanan kaki akan ditekan sampai alas mereka keluar. Pada kali ini, menganggap rivet Head Shaver diatur dengan tepat, kepala rivet akan dicukur halus secara aerodinamik.

Gambar 4.6 Rivet Head Shaver

4.10 Pneumatic Riveters

Rivet gun bervariasi dalam ukuran dan bentuk serta mempunyai berbagai 'handle' serta genggaman. Hampir semua proses riveting dilakukan dengan pneumatic riveter. Rivet gun pneumatik beroperasi pada tekanan udara yang disuplai dari suatu penekan atau tangki penyimpan. Secara normal, rivet gun diperlengkapi dengan suatu pengatur udara pada 'handle' untuk mengendalikan sejumlah udara memasuki gun.

Udara diatur memasuki gun melewati melalui 'handle' serta katup gas, dikontrol oleh pelatuk, dan ke silinder dimana piston berpindah. Tekanan udara memaksa piston turun melawan rivet set dan menuntaskan diri sendiri melalui sisi kiri. Rivet set melakukan hentakan balik, memaksa piston kembali. Kemudian siklus diulangi. Setiap kali piston menghantam rivet set, kekuatan ditransmisikan ke rivet. Rivet set terdiri dari berbagai ukuran untuk dicocokkan berbagai kepala rivet dibentuk. Pegas pengikat rivet set harus digunakan pada semua rivet set pneumatik untuk mencegah set dari kemungkinan keluar dari gun ketika pelatuk ditarik.

Gambar 4.7 pneumatic riveter

4.11 Rivet Guns

Ukuran dan jenis gun digunakan untuk suatu pekerjaan tertentu tergantung pada ukuran serta rivet alloy yang sedang digunakan serta keadaan dapat masuk dari rivet. Untuk menggunakan ukuran menengah, rivet yang mendapat perlakuan panas didalam tempat yang dapat diakses, gun yang memukul-lambat lebih disukai. Untuk ukuran kecil, rivet alloy lunak, gun memukul-cepat adalah lebih baik. Jadilah tempat dimana suatu gun konvensional tidak dapat digunakan. Untuk jenis pekerjaan ini, suatu senapan sudut digunakan. Rivet yang lebih besar memerlukan lebih besar tekanan udara. Perkiraan tekanan udara untuk empat ukuran rivet paling umum digunakan diberikan pada tabel di bawah ini.

Rivet Size	Air Pressure (PSI)
3/32	35
1/8	40
5/32	60

Tabel 4.1

4.12 Dril

Sebagaimana umumnya diketahui, drill digunakan untuk membuat lubang. Didalam paragraf berikut ini, penggunaan secara benar dan beberapa kesalahan umum dalam pemakaian dari drill disajikan. Apalagi, sekilas uraian pneumatik dan drill drive angle dimasukkan.

Drills Portabel, sebelum menggunakan suatu drill nyalakan tenaga (energi) dan periksa itu untuk trueness serta getaran. Jangan menggunakan suatu drill bit yang terhuyung-huyung atau sedikit dibengkokkan. Trueness mungkin saja dengan nyata dicek dengan cara menjalankan motor.

Kesalahan paling umum dibuat oleh orang yang berpengalaman memegang suatu drill portabel pada suatu sudut salah pada pekerjaan. Pastikan drill diposisikan pada sudut 90 derajat pada pekerjaan. Ketika anda sedang mengebor dalam suatu posisi horisontal, anda bisa melihat jika drill terlalu jauh ke kanan atau ke kiri, tetapi sulit untuk mengatakan jika bagian belakang dari drill terlalu tinggi atau terlalu rendah. Sampai

anda belajar bagaimana untuk memegang suatu drill di sudut yang benar, orang lain harus meninjau sudut sebelum mulai pengeboran.

Kesalahan umum lain meletakkan terlalu banyak tekanan terhadap drill. Mendorong suatu drill dapat memecahkan ujung drill. Itu bisa menyebabkan drill untuk tercelup melalui sisi berlawanan dari lembaran dan meninggalkan pinggiran kasar di sekitar lubang. Itu juga bisa menyebabkan drill pada sisi menyelip di logam, menyebabkan pemanjangan lubang.

Drill seharusnya tidak dihentikan dengan segera ketika sedang bekerja. Itu harus melanjutkan untuk disisipkan untuk kira-kira setengah panjangnya nya saat masih berjalan, dan kemudian

ditarik. Pengoperasian ini memerlukan pertimbangan serta keterampilan karena sangat mudah untuk melebarkan lubang. Jika hal ini adalah dilakukan dengan baik, akan menghasilkan lubang lebih bersih.

4.13 Pneumatic Drills

Pneumatic Drills tersedia dalam berbagai ukuran dan bentuk. Drill dirancang untuk menyediakan suatu batang berputar itu diperlengkapi dengan suatu chuck yang mampu memegang suatu drill bit. Sebagian besar didukung oleh suatu baling-baling udara motor, dan kecepatan dapat diatur dengan menggunakan restrictor bervariasi membangun ke badan motor. Pemeliharaan normal dari unit memerlukan suasana bersih, suplai udara kering dan pemberian minyak pelumas secara periodik perakitan baling-baling. Pemberian minyak pelumas dapat dipenuhi dengan cara mempengaruhi sejumlah minyak encer kecil ke udara suplai. Kedua-duanya menggunakan jenis lurus dan genggaman pistol.

Gambar 4.8 pneumatik drill

Ukuran-ukuran inspeksi rivet yang bisa diterima adalah sebagai berikut:

a. Kepala suatu rivet rata harus dibilas dengan permukaan dengan tanpa penyimpangan signifikan di atas atau di bawah level ini. Rivet harus dipusatkan di countersink untuk menyediakan hubungan kontinyu di sekitar kepala rivet.

b. Kepala suatu rivet yang menonjol harus menyediakan kontak kontinyu dengan permukaan; disana harus tidak ada pentil kepala secara signifikan yang berhubungan dengan permukaan.

c. Ekor dari kedua rivet di atas harus menyediakan kontak circumferential kontinyu antara ekor dan permukaan lokal.

d. Tidak ada kerusakan pada rivet atau permukaan lokal sebagai hasil dari kemungkinan selip bucking bar.

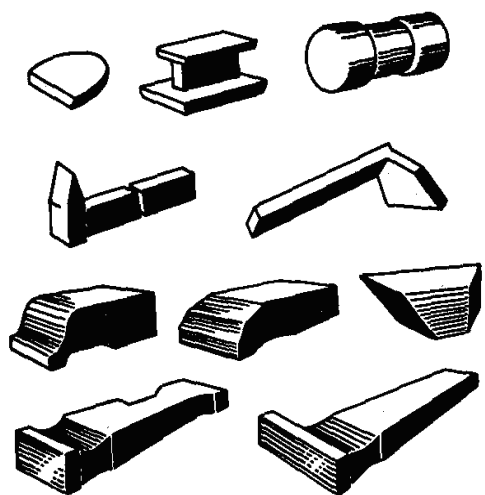
e. Rivet yang sungguh-sungguh longgar harus diganti.

4.14 Pemotong Rivet

Dalam kasus di mana panjang rivet yang dibutuhkan tidak tersedia, maka rivet cutter dapat digunakan untuk memotong rivet sesuai dengan panjang yang dibutuhkan. Saat menggunakan rotary rivet cutter,

masukkan rivet ke dalam lubang yang benar dan kemudian ditekan seperti menggunakan tang. Putaran dari piringan tersebut akan memotong rivet untuk memberikan panjang yang benar yang mana sudah ditentukan oleh angka shim yang dimasukkan di bawah kepala rivet. Ketika menggunakan rivet cutter yang besar tempatkan di ragum, kemudian masukkan rivet ke dalam lubang yang benar dan potong dengan cara menarik handle sehingga rivet terpotong.

4.15 Bucking Bar

Bucking bar adalah suatu alat digunakan untuk menahan ujung shank rivet pada saat membentuk shop head. Bucking bar dibuat dengan ukuran dan bentuk yang berbeda-beda untuk memfasilitasi proses pekerjaan riveting dalam segala tempat. Bucking bar harus dijaga dalam kondisi bersih, halus dan rata. Ujung tepi-tepinya dibuat bulat untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan selama proses riveting. Pada gambar di samping ditunjukkan beberapa bentuk dan ukuran bucking bar.

Gambar 4.9 macam-macam bucking bar

4.16 Hand Rivet & Draw Set

Hand rivet set adalah suatu alat yang digunakan untuk pekerjaan proses riveting pada tipe rivet yang khusus. Rivet set harus tersedia pada ukuran dan bentuk kepala rivet yang ada. Dalam pemilihan rivet set yang benar, yakinkan ada jarak ruangan antara rivet set dengan sisi kepala rivet.

Untuk flat dan flush set digunakan pada tipe kepala rivet countersunk dan rata. Untuk menempatkan flush rivet dengan baik, flush set harus berdiameter paling sedikit 1 in.

Draw set spesial digunakan untuk menyusun lembaran untuk menghilangkan beberapa yang terbuka sebelum rivet dikerjakan. Tiap-tiap draw set mempunyai lubang 1/32 in lebih besar dari diameter rivet shank. Kadang-kadang draw set dan rivet header dimasukkan ke dalam satu perlengkapan. Komponen header terdiri dari sebuah lubang yang cukup dangkal sehingga set akan mengembangkan rivet dan kepalanya saat dipukul dengan palu.

Semua perbaikan yang dilaksanakan pada komponen pesawat terbang membutuhkan jumlah rivet pada tiap sisi yang rusak untuk bisa dikembalikan lagi kekuatannya seperti semula. Jumlahnya bervariasi tergantung ketebalan material yang diperbaiki dan ukuran kerusakan yang terjadi. Jumlah rivet yang dibutuhkan dapat ditentukan dengan acuan dari pabrik atau dengan rumus yaitu:

Jumlah rivet yang dibutuhkan=

$$\frac{L \times T \times 75000}{S/B}$$

Di mana:

L=panjang kerusakan

T= ketebalan material

S= Gaya geser

B= Gaya Bearing

*Single-Shear Strength of Aluminum-Alloy Rivets (Pounds)									
Composition of Rivet (Alloy)	Ultimate Strength of Rivet Metal (Pounds Per Square Inch)	Diameter of Rivet (Inches)							
		1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8
2117 T	27,000	83	186	331	518	745	1,325	2,071	2,981
2017 T	30,000	92	206	368	573	828	1,472	2,300	3,313
2024 T	35,000	107	241	429	670	966	1,718	2,684	3,865
*Double-shear strength is found by multiplying the above values by 2.									

Tabel 4.2 single shear strength

Gaya bearing adalah jumlah gaya yang dibutuhkan untuk menarik rivet sepanjang tepi dari dua lembaran yang menyatu. Diameter rivet yang digunakan dan ketebalan material yang dirivet harus diketahui untuk menentukan nilai bearing dari tabel. Diameter rivet akan sama seperti digunakan ketika menentukan nilai gaya geser.

Contoh, dengan menggunakan rumus, tentukan jumlah rivet yang dibutuhkan pada rivet 2117-T jika panjang rusak 2,25 in dan ketebalan material 0.040 in.

Jawab:

Jumlah rivet = L x Tx 75000

S atau B

Thickness of Sheet (Inches)	Diameter of Rivet (Inches)							
	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8
0.014	71	107	143	179	215	287	358	430
.016	82	123	164	204	246	328	410	492
.018	92	138	184	230	276	369	461	553
.020	102	153	205	256	307	410	412	615
.025	128	192	256	320	284	512	640	768
.032	164	245	328	409	492	656	820	984
.036	184	276	369	461	553	738	922	1,107
.040	205	307	410	512	615	820	1,025	1,230
.045	230	345	461	576	691	922	1,153	1,383
.051	261	391	522	653	784	1,045	1,306	1,568
.064		492	656	820	984	1,312	1,640	1,968
.072		553	738	922	1,107	1,476	1,845	2,214
.081		622	830	1,037	1,245	1,660	2,075	2,490
.091		699	932	1,167	1,398	1,864	2,330	2,796
.102		784	1,046	1,307	1,569	2,092	2,615	3,138
.125		961	1,281	1,602	1,922	2,563	3,203	3,844
.156		1,198	1,598	1,997	2,397	3,196	3,995	4,794
.188		1,445	1,927	2,409	2,891	3,854	4,818	5,781
.250		1,921	2,562	3,202	3,843	5,125	6,405	7,686
.313		2,405	3,208	4,009	4,811	6,417	7,568	9,623
.375		2,882	3,843	4,803	5,765	7,688	9,068	11,529
.500		3,842	5,124	6,404	7,686	10,250	12,090	15,372

Tabel 4.3 bearing strength

Diketahui:

L=2.25 in

T=0.040 in

Ukuran rivet: 0.040 x 3 = 0.120, jadi diameter rivet yang digunakan 0.125

S= 331 dari tabel daya geser

B= 410 dari tabel daya bearing

Gunakan S untuk menentukan jumlah rivet per sisi di mana jumlah rivet lebih kecil dari B.

Masukkan data tersebut ke dalam rumus:

$$\frac{2.25 \times 0.040 \times 75.000}{331} = \frac{6.750}{331}$$

=20.39 rivet/sisi

Untuk nilai pecahan desimal dibulatkan menjadi jumlah rivet yang sebenarnya yaitu 21 buah per sisi atau 42 buah rivet untuk perbaikan secara keseluruhan.

RENUNGAN DAN REFLEKSI

Kecerobohan dan kelengahan akibat dari tidak disiplinnya para teknisi dalam memperbaiki komponen pesawat udara sering menghasilkan hasil yang tidak maksimal dalam pekerjaan riveting. Untuk meminimalisir hasil pekerjaan yang tidakmaksimal dalampekerjaan riveting maka penting bagi semua untuk selalu disiplin dan mengikuti prosedur yang sudah diterapkan. Janganlah bosan untuk selalu taat aturan walaupun sudah

berulang kali dilaksanakan karena disitulah kunci menghasilkan pekerjaan yang maksimal.

Perlu disadari juga bahwa kita sebagai manusia tidak terlepas dari suatu kesalahan baik dilakukan dengan sengaja maupun tidak. Oleh karena itu kita senantiasa memohon dan meminta perlindungan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa agar diberi perlindungan agar terhindar dari segala macam kecelakaan baik dilingkungan kerja atau dimanapun kita berada. Sehingga apa yang kita harapkan dan kita inginkan bisa terwujud yaitu hidup bahagia dan sejahtera.

Pada Bab selanjutnya, Kamu akan mempelajari materi tentang Melakukan Inspeksi terhadap pipes, hoses, spring, bearing, transmission, swaging, control cable dan fitting pada komponen pesawat udara tersebut. Dengan materi tersebut, memberikan manfaat bagi kamu untuk dapat diterapkan dalam pekerjaan perawatan komponen pesawat udara. Kiranya dengan mempelajari materi tersebut Kamu akan lebih bersyukur akan karunia Tuhan, karenanya masih dilimpahkan kemampuan untuk mempelajari materi yang bermanfaat.

Rangkuman

Ada dua jenis rivet yang umumnya sering digunakan pada pesawat terbang yaitu tipe solid-shank yang proses pekerjaannya menggunakan bucking bar dan tipe blind rivet yang tidak memakai bucking bar dalam proses pekerjaannya.

Rivet layout digunakan untuk menentukan:

(1) jumlah rivet yang dibutuhkan

(2) ukuran dan corak rivet

(3) material, perlakuan panas dan kekuatannya.

(4) Ukuran lubang rivet

(5) jarak lubang dan rivet dari tepi bidang

(6) jarak antar rivet di sepanjang daerah perbaikan

Bucking bar adalah suatu alat digunakan untuk menahan ujung shank rivet pada saat membentuk shop head. Bucking bar dibuat dengan ukuran dan bentuk yang berbeda-beda untuk memfasilitasi proses pekerjaan riveting dalam segala tempat. Bucking bar harus dijaga dalam kondisi bersih, halus dan rata.

Jumlah rivet yang dibutuhkan dapat ditentukan dengan acuan dari pabrik atau dengan rumus yaitu:

Jumlah rivet yang dibutuhkan=

$$\frac{L \times T \times 75000}{S/B}$$

Di mana:

L=panjang kerusakan

T= ketebalan material

S= Gaya geser

B= Gaya Bearing

I. Evaluasi Diri

Penilaian Diri					
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.					
No	**Aspek Evaluasi**	**Penilaian diri**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya mampu melakukan perhitungan untuk menentukan jumlah rivet yang dibutuhkan dari berbagai macam pekerjaan riveting				
C	**Keterampilan**				

1	Saya mampu melakukan pekerjaan riveting dari berbagai macam diameter rivet.				

J. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan Benar

1. Jelaskan bagaimana cara menentukan ukuran diameter sebuah rivet?
2. Tentukan jumlah rivet yg dibutuhkan pada skin yg mengalami crack sepanjang 2.50 in dengan tebal skin 0.125 in untuk rivet 2117-T? gambarkan design dengan doubler dr dalam dan luar(gunakan nilai S atau B pada tabel)

*Single-Shear Strength of Aluminum-Alloy Rivets (Pounds)									
Composition of Rivet (Alloy)	Ultimate Strength of Rivet Metal (Pounds Per Square Inch)	Diameter of Rivet (Inches)							
		1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8
2117 T	27,000	83	186	331	518	745	1,325	2,071	2,981
2017 T	30,000	92	206	368	573	828	1,472	2,300	3,313
2024 T	35,000	107	241	429	670	966	1,718	2,684	3,865
*Double-shear strength is found by multiplying the above values by 2.									

FIGURE 5–1. Single shear strength chart.

Thickness of Sheet (Inches)	Diameter of Rivet (Inches)							
	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8
0.014	71	107	143	179	215	287	358	430
.016	82	123	164	204	246	328	410	492
.018	92	138	184	230	276	369	461	553
.020	102	153	205	256	307	410	412	615
.025	128	192	256	320	284	512	640	768
.032	164	245	328	409	492	656	820	984
.036	184	276	369	461	553	738	922	1,107
.040	205	307	410	512	615	820	1,025	1,230
.045	230	345	461	576	691	922	1,153	1,383
.051	261	391	522	653	784	1,045	1,306	1,568
.064		492	656	820	984	1,312	1,640	1,968
.072		553	738	922	1,107	1,476	1,845	2,214
.081		622	830	1,037	1,245	1,660	2,075	2,490
.091		699	932	1,167	1,398	1,864	2,330	2,796
.102		784	1,046	1,307	1,569	2,092	2,615	3,138
.125		961	1,281	1,602	1,922	2,563	3,203	3,844
.156		1,198	1,598	1,997	2,397	3,196	3,995	4,794
.188		1,445	1,927	2,409	2,891	3,854	4,818	5,781
.250		1,921	2,562	3,202	3,843	5,125	6,405	7,686
.313		2,405	3,208	4,009	4,811	6,417	7,568	9,623
.375		2,882	3,843	4,803	5,765	7,688	9,068	11,529
.500		3,842	5,124	6,404	7,686	10,250	12,090	15,372

FIGURE 5–2. Bearing strength chart (pounds).

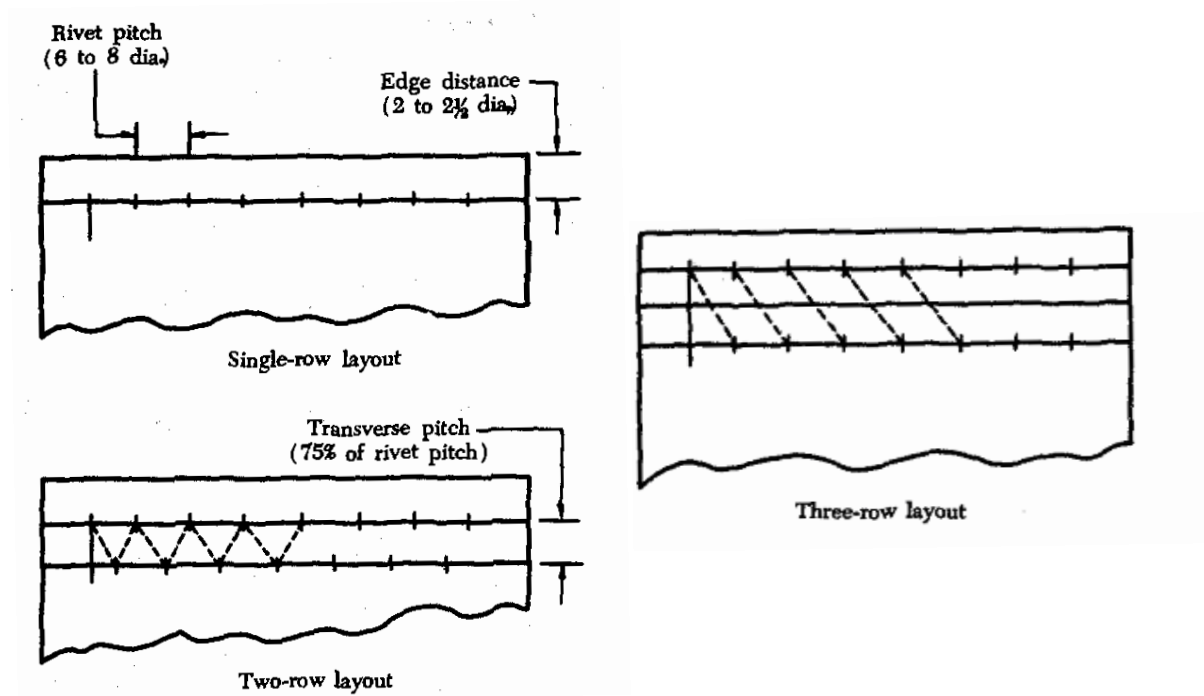
3. Bagaimana cara menentukan panjang rivet? Jelaskan dengan gambar!
4. Jelaskan rivet layout berisi tentang apa saja !(5 buah)
5. Bagaimana cara menentukan aturan-aturan dalam rivet installation? Jelaskan dgn gambar!

K. Penerapan

L. Tugas Proyek

SMKN		**Melaksanakan pekerjaan riveting pada proses perawatan & perbaikan konstruksi pesawat udara**	Kode	MP
Bidang Keahlian	AP		Waktu	
Mata Pel.	MP		Tanggal	
Tingkat	II		Nama	
Tujuan	1. Siswa dapat menjelaskan cara menghitung kebutuhan rivet 2. Siswa dapat membuat riveting layout dalam pekerjaan rivet joint 3. Siswa terampil menggunakan alat-alat riveting 4. Siswa dapat menilai hasil pekerjaan riveting menurut standar yg dipakai			
Alat & bahan	• Rivet gun, backing bar, gunting pelat, rivet cutter, cleco fastener, drill machine, ruler, vernier caliper, punch, mata bor Ø 3 mm & 3.5mm, chisel, files, reamer, mallet hammer, compressor, pelat alumunium tebal 1mm, rivet Ø 3mm & 3.5mm			
Tindakan keamanan	▪ Hati-hati waktu menggunakan alat-alat riveting ▪ Pakailah perasaan waktu melakukan proses riveting			
Langkah Kerja	1. Ambil sepasang bahan pelat dan lakukan pengukuran sesuai dgn gambar kemudian namai pelat A & B 2. Potonglah / buang bagian yang dianggap crack dengan ukuran seperti pada gambar 3. Use care so you do not cause damage to the structure adjacent to the damage			

4. Make the corner radii of the cut a minimum of 0.50 inch
5. Make the cut edges smooth with a surface finish
6. Buatlah pola penempatan rivet sesuai dengan jumlah rivet yang telah dihitung dengan pola single row layout spacing sesuai luas pelat yg dirivet mengikuti aturan yg menyangkut : rivet edge, rivet pitch, & transverse pitch
7. Setelah pola penempatan rivet dibuat, pindahkan pola tersebut ke pelat yang akan dirivet(pelat A & B)
8. Lakukan proses drilling terhadap pelat A & B untuk setiap titik rivet yg telah dipola
9. Lakukan proses deburing & reaming (pembersihan terhadap lubang yg telah di drill)
10. Lakukan proses riveting
11. Periksa hasil kerja bila telah selesai, lakukan perbaikan jika diperlukan & waktunya memungkinkan
12. Beri nama lalu serahkan ke instructor
13. Bereskan & rapikan kembali semua peralatan yg digunakan

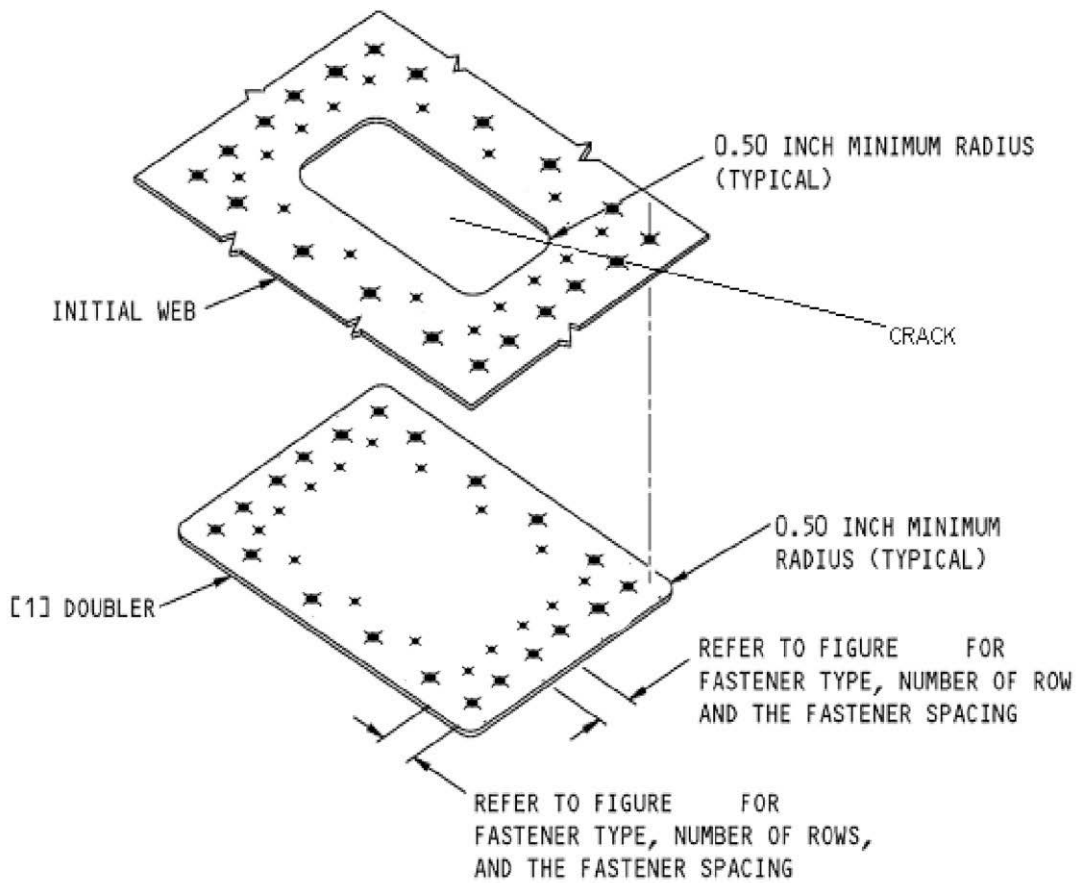
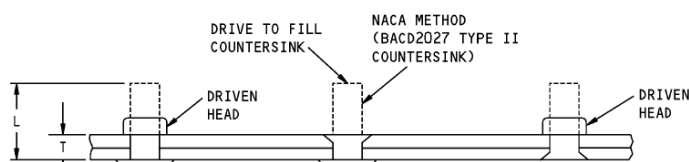
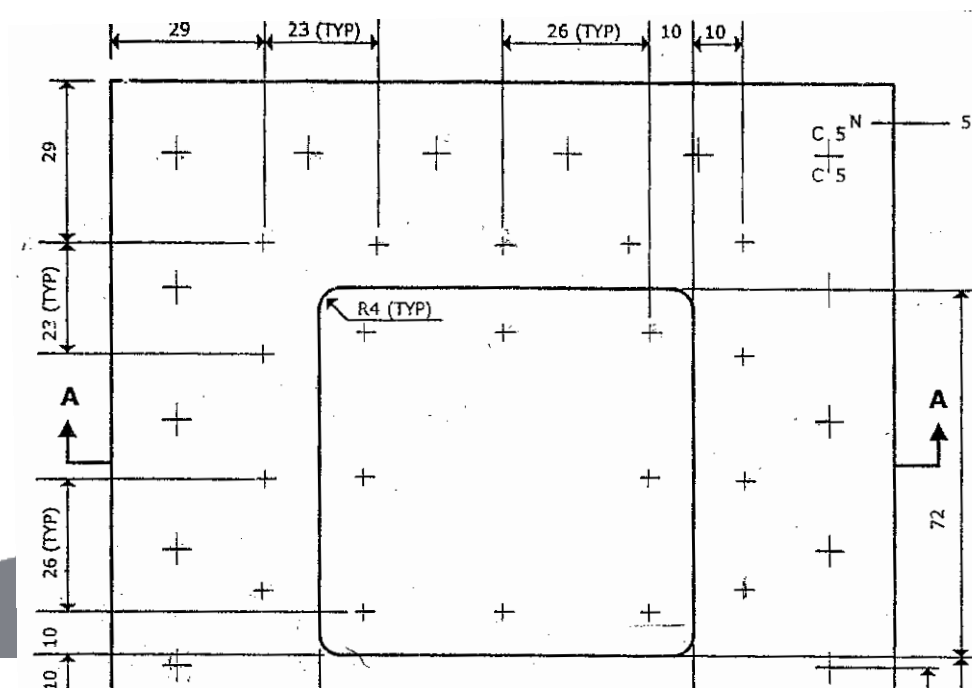
Lembar Kerja

Gambar 4.10. layout row rivets

A – Total rivet length

B – Grip length

C – Amount of rivet length needed for proper shop head (1½ × rivet dia.)

D – Installed rivets

Gambar 4.11 determining length of rivet

Gambar 4.12 Layout of the Repair Parts

Gambar 4.13 Bentuk Shop Head

Gambar 4.14

Rubrik Penilaian

9. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

10. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)

Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)

Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

11. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$

12. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup

G. Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

7. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
8. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (Review dan Penerapan) yang diberikan.
9. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

PENILAIAN HASIL BELAJAR

Nama Siswa : ....

KD : 1. Melaksanakan pekerjaan Riveting pada proses perawatan dan perbaikan konstruksi pesawat udara

3. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 4)				

2. PenilaianPengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Penerapan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

3. Penilaian Keterampilan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Tugas Proyek	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	
2	Pengetahuan	
3	Keterampilan	
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat*** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya		

*) Coret yang tidak perlu

BAB 5. Melakukan Inspeksi Terhadap Pipes, Hoses, Spring, Bearing, Transmission, Swaging, Control Cable dan Fitting

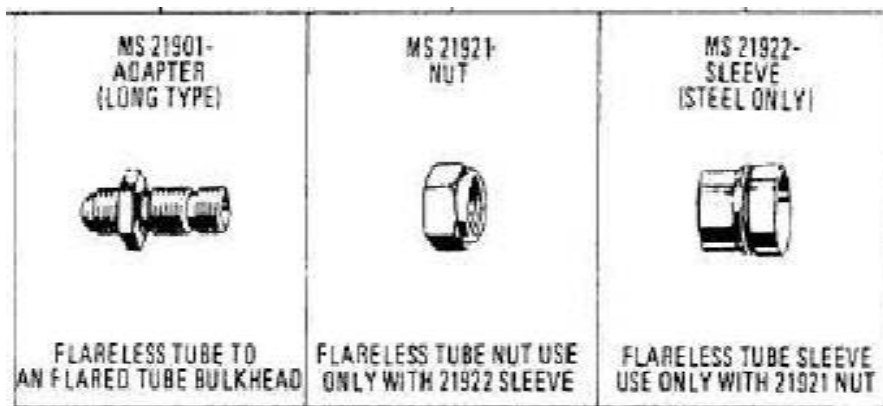
5.1 Pipa dan pipa karet (Pipes and Hoses)

Pemasangan pipa digunakan untuk mengangkut cairan atau gas (biasanya di bawah tekanan) antara berbagai komponen dari sistem pesawat terbang. Pemasangan pipa digunakan dalam pesawat terbang untuk bahan bakar, minyak pelumas, pembuat proses oksidasi, pendingin, oksigen pernapasan, instrumen, hidrolik, dan garis lubang angin. Anda harus terbiasa dengan prosedur-prosedur untuk pengujian dan pemasangan pipa pembuatan, dan anda harus mengenali berbagai perangkat (tools) serta peralatan serta bagaimana untuk

mengidentifikasikan penggunaan pipa yang berbeda. Pemasangan pipa dibuat dari pipa kaku dan dihubungkan dengan fitting-fitting. Pipa yang digunakan dalam manufaktur dari pemasangan pipa kaku diukur oleh diameter luar dan ketebalan dinding. Ukuran Diameter luar dinyatakan dalam kenaikan per 16 satuan inci; angka pipa menunjukan ukurannya dalam per 16 satuan inchi. Dengan begitu, angka 6 pada pipa adalah 6/16 atau 3/8 inci; angka 8 pada pipa adalah 8/16 atau 1/2 inci, dan lain-lain. Ketebalan dinding ditetapkan dalam perseribuan satuan inchi. Jenis paling umum dari pipa adalah pipa baja tahan karat untuk tekanan tinggi dan pipa aluminum campuran logam untuk tekanan tinggi serta serba guna.

5.2 Fitting Pipa

Fitting-fitting untuk koneksi pipa adalah dibuat dari campuran logam aluminum, baja titanium, baja tahan karat, kuningan, dan perunggu. Fitting dibuat di banyak bentuk wujud dan gaya. Klasifikasinya adalah fitting pipa dengan ujung diameter diperbesar, flareless-tube fittings, brazed, dilas, dan swaged.

MS 21904-ELBOW FLARELESS TUBE 90 DEGREE	MS21905-TEE FLARELESS TUBE	MS 21906-CROSS FLARELESS TUBE	MS 21902-UNION FLARELESS TUBE
MS 21900-ADAPTER FLARELESS TO AN FLARED TUBE	MS 21916-REDUCER FLARELESS TUBE EXTERNAL THREAD	MS 21913-PLUG FLARELESS TUBE	MS 21914-CAP ASSEMBLY (STEEL ONLY) FLARELESS TUBE PRESSURE SEAL
MS 21915-BUSHING FLARELESS TUBE SCREW THREAD EXPANDER	MS 21907-ELBOW FLARELESS TUBE BULKHEAD UNIVERSAL 45 DEGREE	MS 21908-ELBOW FLARELESS TUBE BULKHEAD UNIVERSAL 90 DEGREE	MS 21903-UNION (LONG TYPE) FLARELESS TUBE BULKHEAD AND UNIVERSAL

Gambar 5.1 jenis pipa dari MS fitting

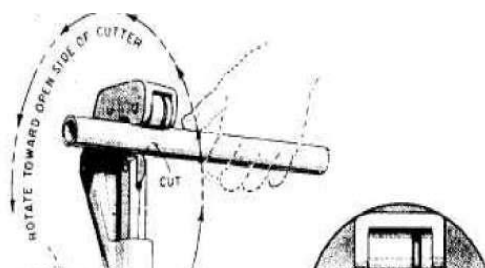
Fabrikasi dari pemasangan pipa terdiri dari:

- Pemotong pipa,
- Deburring,
- Kelenturan, dan
- Persiapan gabungan pipa.

5.3 Pemotong Pipa

Merupakan proses pemotongan pipa atau material pipa lunak lainnya dengan menggunakanpemotong pipa (tubing cutter).Pemotong pipa alumunium (tubing cutter) digunakan agarpotongan menjadi rata dan pipa tetap bulat serta tidak ada retakan, hal ini penting agar padasaat pipa di *flare* atau di *swage* pipa tidak pecah dan hasilnya baik.

Ketika anda memotong pipa, objek harus menghasilkan suatu ujung persegi dan bebas dari beram. Pipa harus dipotong dengan pemotong pipa standar.

Pemotong pipa standar menempatkan pipa dalam pemotong dengan roda potong di titik dimana pemotongan dibuat. Terapkan tekanan ringan terhadap pipa dengan cara mengencangkan tombol penyetel. Terlalu banyak tekanan diterapkan untuk roda potong pada suatu waktu dapat mengubah bentuk pipa atau menyebabkan beram berlebihan. Putar pemotong ke arah depan nya sehingga sisinya terbuka. Ketika pemotong diputar, lakukan penyetelan pada tombol pengencang setelah masing-masing lengkap berputar sampai dijaga dengan tekanan ringan terhadap roda potong.

Gambar 5.2 cutting tube

Langkah Kerja (Praktek)

Cutting pipe

- Siapkan pipa ukuran Ø 1/4”, 3/8”, 1/2".
- Potong pipa alumunium sepanjang 15 cm dengan menggunakan tube cutter.
- Langkah pemotongan:
  - Tempatkan pipa alumunium pada rollers cutter
  - Putar knob cutter sampai pipa alumunium terjepit diantara cutting wheel dan rollers. Sesuaikan tekanan jepitan, jangan terlalu kencang.
  - Putar cutter pipa perlahan-lahan mengelilingi pipaalumunium sampairoller cutter terdorong ke dalam pipa.Buat sehalus mungkin potongannya.

- Setiap satu putaran, putar kembali knob secara perlahansampai diperoleh tekanan jepitan yang sesuai antara pipadengan cutting wheel.
- Ulangi langkah-langkah di atas sampai prosespemotongan pipaselesai.

• Bersihkan ujung pipa alumunium hasil pemotongan dengan menggunakan reamer atau kikir segitiga.

• Bersihkan ujung pipa dengan menggunakan reamer. Posisi ujung pipa harus menghadap ke bawah gunamenghindari masuknya beram (limbah pemotongan) ke dalam pipa.

Gambar 5.3 Cara memotong pipa

5.4 Pipa Deburring

Setelah anda memotong pipa, menghilangkan semua beram dan tepi tajam dari di dalam serta di luar pipa dengan perangkat (tools) deburring. Bersihkan pipa. Yakinkan bahwa tidak ada sisa partikel asing. Deburring perangkat (tool) dapat digunakan untuk menghilangkan beram dari bagian dalam pipa.

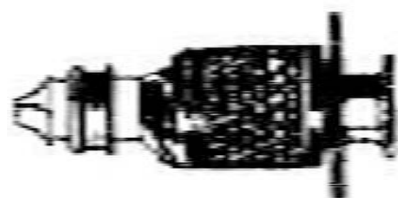
Pilih perangkat (tool) deburring dan bersumber subassembly yang diperlukan untuk ukuran dari pipa untuk dideburring. Lumasi penggeser pada akhir dari plug elastis dengan minyak encer untuk mendapatkan gerak bebas. Libatkan ulir dan sisipkan batang subassembly ke dalam ujung potong perangkat (tool) deburring dengan cara menekan pengisap (plunger), dan sekrup bersumber subassembly ke dalam pengisap (plunger) sampai alas serta jari dikencangkan. Periksa perakitan deburring perangkat (tool). Kurangi tekanan pengisap dan plug.

Diameter luar harus dikurangi ke diameter sama sebagai collar pendukung logam terhadap yang manapun, baik ujung dari plug yang elastis. Lepaskan pengisap. Dua circum berbeda ferential tonjolan akan nampak pada plug elastis pada diameter luar dari collar pendukung logam. Periksa ujung pipa untuk squareness. Periksa plug elastis untuk pemakaian dan kebersihan. Ganti plug elastis yang rusak.

Bersihkan dan lumasi plug elastis dengan pelumas kompatibel pada fluida hidrolik untuk digunakan dalam pipa. Serap perangkat (tool) deburring dalam satu tangan dengan dua jari jemari collar serta ibu jari pengisap. Kurangi tekanan pengisap dengan ibu jari dan masukkan plug

elastis ke dalam pembukaan pipa sampai pemotong sekitar 1/8 inci dari ujung pipa.

Jika plug cocok ketat sehubungan dengan suatu beram besar terhadap diameter dalam dari pipa, secara pelan-pelan putar ujung pengisap perangkat (tool) sementara dengan lemah-lembut mendorong perangkat (tool) ke ujung pipa. Lepaskan pengisap untuk memungkinkan plug elastis untuk memperluas serta menyegel pembukaan pipa untuk mencegah chip dari pemasukan. Pegang ujung pipa dan putar badan knurled perangkat (tool) deburring searah jarum jam sementara aplikasi tekanan kepemotong. Lanjutkan putar perangkat (tool) sampai berkurang resistansi, menandakan bahwa semua beram telah dihilangkan dari diameter dalam pipa.

Gambar 5.4 properly deburred tubing

Gambar 5.5 permeswage deburring foot

Anda harus menghindari deburring berlebihan, yang bisa menyebabkan terlalu dalam suatu chamfer pada diameter dalam pipa. Chamfer tidak boleh melebihi 1.5 ketebalan dinding dari pipa. Kurangi tekanan dan putar perangkat (tool) deburring beberapa kali untuk menghasilkan suatu permukaan halus. Tanpa tekanan pengisap, kurangi perangkat (tool) deburring dari pipa sampai tonjolan pertama dari plug elastis diarahkan. Bersihkan ujung pipa dan plug.

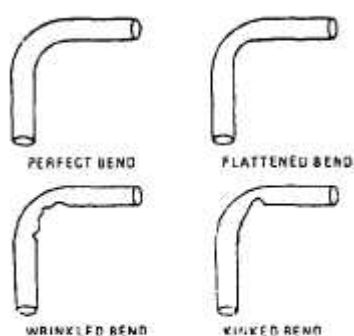
Periksa ujung pipa untuk melihat jika itu seluruhnya telah dideburr. Jika ujung pipa hasilnya baik, tanpa tekanan pengisap , lepaskan perangkat (tool) deburring dari pipa. Jika ujung pipa belum seluruhnya dideburring, tanpa tekanan pengisap, dorong perangkat (tool) deburring kembali ke pipa dan ulangi seluruh tahap.

5.5 Pipa Bending

Pembengkokan pipa (*tube bending*), merupakan proses untuk membengkokkan pipa alumunium atau material pipa lunak lainnya denganmenggunakan alat *tube bender*dan *spring bender* agar diperoleh hasil bengkokkan yang tepat dan rapi. Pemakaiantube bender dapat menghindarkan pipa menjadi gepeng atau rusak pada saat pipadibengkokkan.

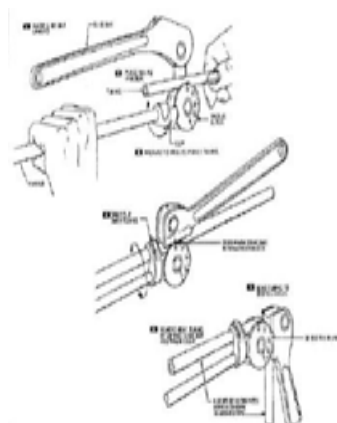
Tube bender, merupakan sebuah alat pembengkok yang digerakkan secara mekanik. Cara penggunaanya pipa dimasukan kedalam alat, setelah mencapai tanda ukuran yang telah ditentukan kemudian lengan diputar sampai sudut bengkok yang dibutuhkan. Kapasitas Ukuran pipa yang dapat dibengkokkan tube bender ini 3/16”, 1/4”, 5/16”, 3/8”, dan 1/2”

Tujuan dalam membengkokkan pipa adalah untuk memperoleh suatu tekukan halus tanpa meratakan pipa. Tekukan bisa diterima dan tak dapat diterima dapat ditunjukkan dalam gambar. Membengkokkan

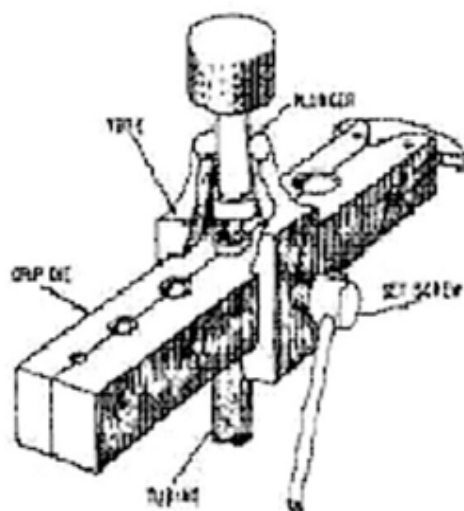
pipa biasanya dilakukan dengan menggunakan suatu pipa mekanik atau dijalankan dengan tangan bender. Dalam keadaan darurat, pipa lembut, pipa aluminum nonheat-treated lebih kecil 1/4 inci diameternya dapat dibengkokkan dengan tangan untuk membentuk radius diinginkan.

Gambar 5.6 macam-macam hasil bending

Bender pipa yang dijalankan dengan tangan, diperlihatkan dalam gambar berikutnya terdiri dari 'handle', blok radius, klip, dan bar slide. Handle serta bar slide digunakan sebagai pengungkit untuk menyediakan keuntungan mekanik yang diperlukan untuk membengkokan pipa. Blok radius ditandai dengan derajat tekukan yang yang berkisar 0 - 180 derajat. Bar slide mempunyai tanda yang disusun dengan tanda nol terhadap blok radius.

Langkah kerja:

- Siapkan dua batang pipa alumunium diameter 1/4” masing-masing sepanjang 30 cm.
- Ambil sebatang pipa alumuniumkemudian masukkan kira-kira 10 cm kedalam celah yang terdapat di bendingtool.
- Tarik pivot handle dan sesuaikan garispenunjuk pada forming shoe tepatpada angka nol yang terdapat padaforming wheel.
- Untuk membengkokkan pipa denganhasil sudutnya 90^0, tarik pivot handleke bawah sampai garis penunjuk tepatpada angka 90.
- Jika telah dicapai hasil yangdiinginkan, tarik kembali pivot handleke atas dan keluarkan pipa daribending tool.
- Ulangi langkah-langkah di atas dengan menggunakan pipa yang tersisa,kemudianbuat sudut bengkokkannya sebesar 180^0.
- Hasil yang baik diperoleh jika diameter pipa setelah dibengkokkan tetapdan pipatidak gepeng atau rusak.

Gambar 5.7 prosedur membengkokkan pipa

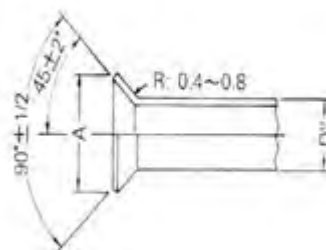
5.6 Flared fitting

Flaring, adalah proses untuk membuat ulir bagian dalam pada ujung pipa denganmenggunakan flaring tools agar pipa dapat disambung dengan sambungan pipa lainnya yang berulir (flare fitting). Sebelum ujung pipa dilakukan penguliran, terlebih dahulu memasukkanflare nut. Selanjutnya baru ujung pipa tersebut di masukkan pada flaringblock, dengan ujung pipa dibuat 3 mm di atas

Gambar 5.8 flaring tool

Gunakan perangkat flaring tool untuk menyiapkan ujung pipa dibuat melebar. Periksa ujung pipa untuk kebulatan, pemotongan persegi, kebersihan, dan tidak ada tanda tarikan atau scratch. Tanda tarikan bisa melebarkan dan menimbulkan keretakan pada pipa ketika dilebarkan.

Gunakan suatu perangkat (tool) deburring untuk menghilangkan beram dari di dalam dan di luar pipa. Hilangkan kikiran, chip, dan debu dari di dalam pipa. Bersihkan pipa.

Langkah mengerjakan Flaring:

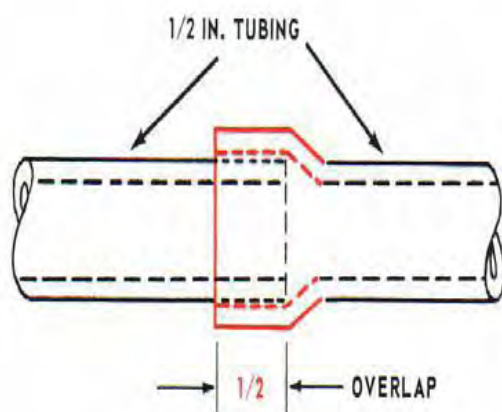
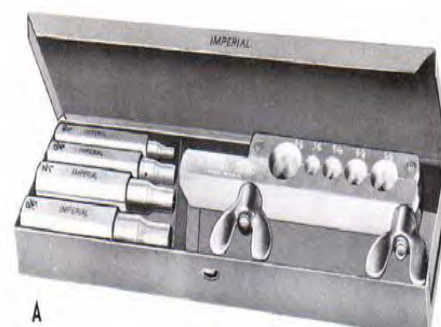
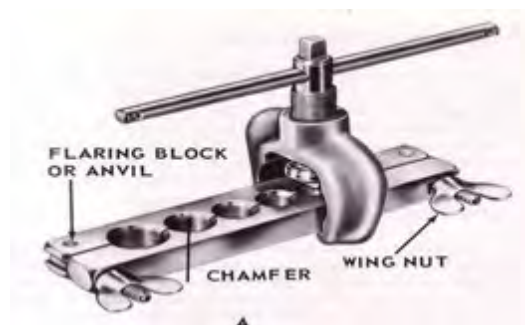
- Siapkan pipa sepanjang 15 cm yang sebelumnya telahdipotong dengan menggunakan cutter tubing kemudiantempatkan pada block flare.
- Masukkan pipa alumunium ke dalam lubang cetakan pada block flare (sesuaikan ukurannya) dengan panjang ujung pipa alumunium kira-kira 3 mm di atas block flare.
- Kencangkan clamp yang terdapat pada block katrol.
- Pilih yoke untuk ukuran pipa alumunium yang akan di flare dan tempelkan pada block flare.
- Putar secara perlahan flare handle pada yoke sampai posisi flaring cone (kerucut) masuk ke dalam lubang pipa alumunium.
- Ketika pekerjaan flaring telah selesai, putar ulang flare handle pada yoke dan lepaskan pipa alumunium yang sudah di flare dari block katrol.
- Periksa hasilnya. Jika tidak sempurna, potong ujung pipa alumunium hasil flaring dan ulangi kembali langkah-langkah di atas sampai didapat hasil yang sempurna.

Gambar 5.9 Proses Flaring

5.7 Swaging

Merupakan proses untuk membesarkan ujung pipa alumunium denganmenggunakan Swaging tool, agar dua buah pipa yang sama diameternya dapat disambungdengan las perak (silver brazing). Panjang sambungan untuk tiap ukuran pipa berbeda, padaumumnya diambil sepanjang diameter dari pipa yang akan disambung.

Proses melakukan Swaging

- Tempatkan pipa pada blockflare dan atur tinggi dari ujung pipag yang akan di swaging.
- Tinggi ujung pipa di atas blockflare sama dengan satu kali diameternyaditambah 3 mm.
- Kencangkan clamp yang terdapat padablock katrol.
- Ganti flare cone pada yoke denganswaging punch, sesuaikan ukurannyadengan diameter pipa.

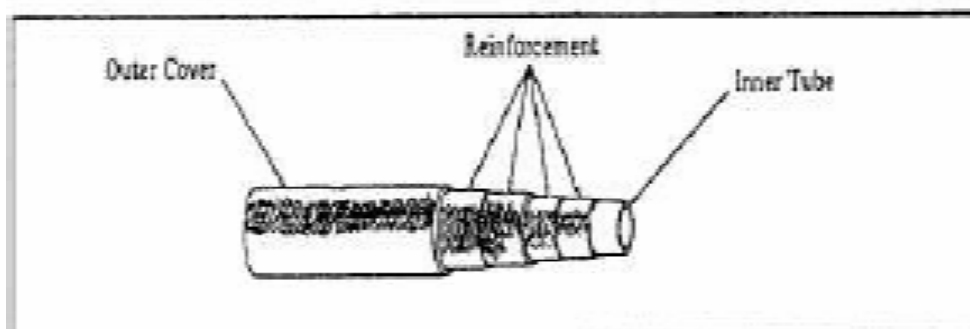
- Beri sedikit minyak pelumas padaswaging punch, lalu putar secaraperlahan flare handle sampai swagingpunch masuk ke dalam pipa.
- Setelah pekerjaan swaging selesai, putarulang flare handle pada yoke danlepaskan pipa yang sudah diswaging dari block katrol.
- Periksa hasilnya. Hasil yang baik adalahjika bagian pipa yang di swagingdindingnya sama tebal.
- Ambil pipa yang lainnyakemudian sambungkan dengan pipa hasil swaging.

Gambar 5.10 proses swaging

5.8Bukti Pengujian Tekanan

Pemasangan pipa yang dibuat harus dibuktikan dengan uji tes tekanan sampai dua kali lebih tekanan operasi dari sistem dimana mereka di-install, menyediakan tekanan operasi lebih besar dari 50 psi. Pipa, di-install dalam sistem yang mempunyai tekanan operasi kurang dari 50 psi harus dibuktikan dengan uji tekanan minimum 100 psi. Lubang angin pipa atau saluran pipa tidak memerlukan bukti uji tekanan.Fluida medium untuk bukti uji tekanan pada semua pemasangan pipa kecuali sistem oksigen seharusnya medium cair seperti fluida hidrolik, air,atau minyak. Pipa Oksigen harus diuji menggunakan nitrogen kering dan memeriksa kebocoran ketika pipa dicelupkan di dalam air.

5.9 Pipa karet dan Hose Assemblies

Pemasangan Pipa karet digunakan untuk menghubungkan bagian-bagian yang bergerak dengan bagian-bagian stasioner dan ditempatkan pada lokasi yang mempunyai getaran parah.

Pemasangan Pipa karet adalah lebih berat dibandingkan pipa alumunium alloy dan memburuk lebih cepat.Mereka digunakan hanya ketika benar-benar diperlukan. Pemasangan Pipa karet terbuat dari pipa karet dan perabot pipa karet. Sebuah pipa karet terdiri dari lapisan berganda dari berbagai bahan.

5.10 Perangkat Keras Perakitan Pipa Karet

Perabot Pipa karet (hose fitting) dirancang dan dibangun sesuai dengan spesifikasi militer serta standar militer untuk bentuk wujud pipa karet serta tekanan operasi tertentu. Perabot dijelaskan oleh suatu nomor seri standar militer yang mempunyai nomor garis tertentu untuk menunjukan ukuran.

Nomor garis pada fitting tidak menjelaskan suatu ukuran dengan cara sama sebagai nomor garis pipa karet. Nomor garis pada fitting menyesuaikan dengan nomor garis pada pipa karet sedemikian rupa sehingga keduanya akan sesuai di dimensi kritis untuk membentuk suatu perakitan pipa karet.

Bahan yang digunakan dalam konstruksi dari perabot bervariasi sesuai dengan aplikasi. Bahannya meliputi aluminum, baja karbon, dan baja tahan karat.

Perabot (fitting) yang kualifikasinya di bawah satu dokumen militer mungkin saja diproduksi oleh beberapa pabrikan.

Construction Material			Intended Use	Cautions	Use To Fabricated Hose Assy
Inner Tube	Reinforcement	Outer Cover			
Synthetic rubber compound, seamless construction, resistant to: Petroleum base fuel, Lubricating oil and Hydraulic fluid	Inner cotton braid and wire braid	Synthetic rubber impregnated, cotton braid, resistant to: Oil (petroleum base)	Medium pressure hydraulic, fuel, and petroleum base oil system applications		MIL-H-8195

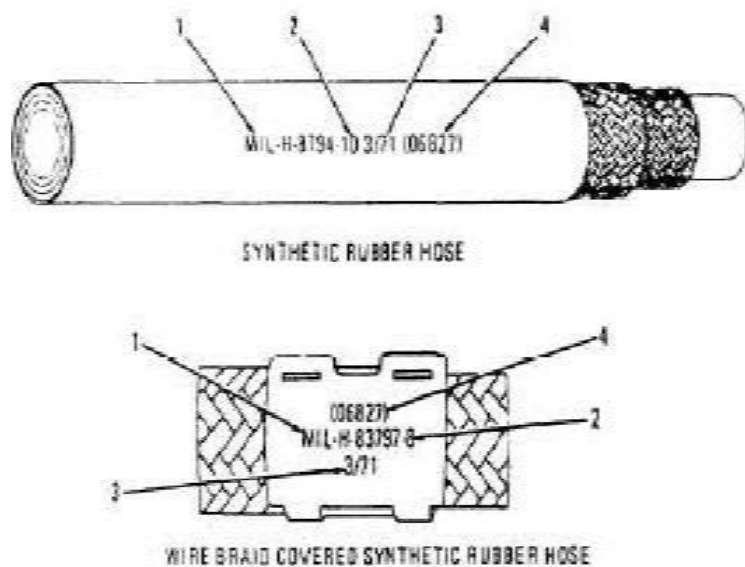
Gambar 5.11 hose

Dua metoda atau gaya yang digunakan untuk mengamankan perabot pipa karet pada pipa karet. Mereka adalah reusable dan swage atau gaya kerutan/keriting.

5.11 Gaya reusable (Reusable style)

Mengacu pada gaya reusable yang telah memodifikasi ulir internal dalam socket untuk menggenggam pipa karet dengan baik. Fitting dapat dilepas dari suatu perakitan pipa karet dan reused pada pipa karet lain, menyediakan itu melewati suatu inspeksi untuk cacat. Perabot gaya Dapat digunakan kembali diberi hak mengganti perabot untuk penggantian pemasangan pipa karet.

5.12 Swage atau Crimp Style

Beberapa pabrikan perakitan pipa karet menggunakan suatu swage atau gaya kerutan. Gaya ini memerlukan socket untuk mengubah bentuk secara permanen oleh mesin bertenaga hidrolik atau elektrik. Perubahan bentuk pada socket dan perangkat keras yang berhubungan harus dibongkar.

Gambar 5.12 kode pada hose

Dimana :

1. military specification of hose
2. Ukuran yang terindikasi oleh dash (-) no.
3. pengontrolan umur
4. Nomor kode pabrikan

5.13 Pegas (Spring)

Pegas (spring) adalah badan elastis (secara umum berbahan logam) yang dapat dibelit, ditarik, atau dibentangkan oleh beberapa kekuatan(force). Mereka bisa kembali ke bentuk asli ketika kekuatan

dilepaskan. Semua pegas digunakan didalam permesinan adalah dibuat dari logam biasanya baja meskipun beberapa dibuat dari perunggu fosfor, kuningan, atau campuran logam lain. Suatu bagian yang mendapat sasaran akibat daya dorong pegas atau tekanan tetap adalah dikatakan sebagai pegas-terisi. (Beberapa komponen itu nampak seperti pegas-terisi adalah benar-benar di bawah tekanan hidrolik atau tekanan angin atau digerakkan dengan cara berat/beban).

5.14 Fungsi dari pegas

Pegas digunakan untuk banyak tujuan, dan satu pegas dapat melayani tujuan lebih dari satu. Berikut di bawah ini adalah sebagian dari tujuan umum fungsional dari pegas yaitu:

- Untuk menyimpan energi untuk bagian dari suatu fungsi siklus.
- Untuk memaksa suatu komponen untuk membawa melawan, untuk memelihara hubungan dengan, untuk melibatkan, untuk melepaskan, atau untuk tetap bebas dari beberapa komponen.
- Untuk mengimbangi berat atau daya dorong (gravitasi, hidrolik, dan lain-lain.). Seperti pegas yang biasanya disebut pegas equilibrator.
- Untuk memelihara kontinuitas elektrik.
- Untuk mengembalikan suatu komponen ke posisi aslinya setelah penggantian.
- Untuk mengurangi goncangan atau tumbukan dengan mengecek secara gradual gerakan dari perpindahan berat.
- Untuk mengijinkan beberapa kebebasan gerak antara komponen diselaraskan tanpa melepaskan mereka.

Jenis dari pegas

Ada tiga jenis dasar pegas yaitu:

- Rata,
- Spiral, dan
- Seperti bentuk sekerup (helical).

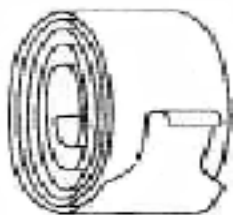
5.15 Pegas rata (Flat springs)

Pegas rata bentuknya macam-macam membentuk bulat panjang atau pegas daun dan, tersusun dari bar rata atau yang sedikit dibengkokkan, plat, atau daun-daun. Mereka juga meliputi pegas rata khusus, dibuat dari suatu potongan atau bar rata dibentuk ke dalam bentuk apapun juga atau desain terbaik cocok untuk suatu posisi dan tujuan spesifik.

Half Eliptic Leaf

Gambar 5.13 bentuk pegas rata

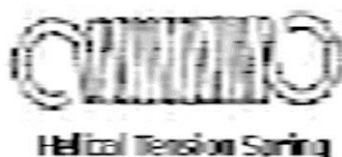
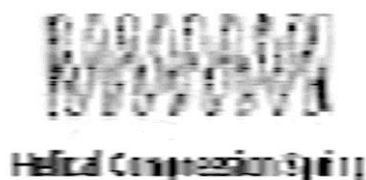
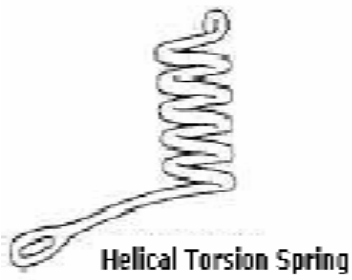
5.16 Pegas-ulir (Spiral spring)

Pegas-ulir kadang-kadang disebut tenaga jam (clock power), atau pegas kumparan. Sebuah contoh terkenal adalah jam tangan atau pegas jam; setelah anda memutar (mempererat) itu, itu secara gradual melepas gulungan dan melepaskan tenaga (energi). Walaupun nama lain untuk ini pegas busur lingkaran berbasis pada otoritas baik, kita menyebut mereka "spiral" dalam teks ini untuk menghindari kebingungan.

Gambar 5.14 pegas ulir

5.17 Pegas berbentuk sekerup (Helical spring)

Pegas berbentuk sekerup, juga sering disebut spiral, adalah mungkin jenis pegas paling umum. Mereka dapat digunakan dalam kompresi, perluasan atau tegangan, atau torsi. Suatu pegas digunakan dalam kompresi cenderung memendekkan dalam aksinya, sementara pegas tegangan memperpanjang dalam aksinya. Pegas torsi, yang mentransmisikan sebagai ganti belitan suatu tarikan langsung, bekerja dengan cara pembentukan atau tindakan penguraian. Selain itu pegas berbentuk sekerup lurus, kerucut, kerucut-ganda, tong kecil, dan pegas ikal digolongkan juga sebagai seperti bentuk sekerup (helical). Jenis pegas ini biasanya digunakan dalam kompresi.

Helical Compression Spring

Helical Tension Spring

Gambar 5.15 pegas ulir

5.18 Bantalan (Bearing)

Bantalan (Bearing) di-install dimana ada gerakan relatif antara bagian-bagian. Friksi yang ditimbulkan adalah resistansi dari kekuatan antara dua permukaan. Jika permukaan halus, mereka menghasilkan friksi kecil; jika permukaan keduanya kasar mereka menghasilkan lebih banyak friksi. Untuk mulai menggulung suatu muatan harus memberikan sentakan dengan keras untuk mengatasi resistansi dari friksi statis. Itu adalah karena gesekan guling selalu lebih kecil dari gesekan luncur. Kita mengambil keuntungan dari fakta ini dengan menggunakan alat penggulung atau bantalan dalam mesin untuk mengurangi friksi. Kita menggunakan pelumas pada bantalan untuk mengurangi friksi bahkan lebih lanjut.

Suatu bantalan adalah suatu pendukung dan pemandu yang membawa bagian yang bergerak (atau bagian-bagian) suatu mesin. Itu memelihara hubungan yang sesuai antara bagian yang bergerak dan bagian stasioner. Itu biasanya mengijinkan hanya satu membentuk gerakan, seperti rotasi.

5.19 Karakteristik bantalan (Characteristics Bearing)

Bantalan mesin harus beroperasi di bawah beban luar biasa, variasi temperatur yang tajam, tindakan abrasif, dan sekitar yang bersifat menghancurkan (korosi). Karakteristik bantalan yang penting meliputi hal-hal sebagai berikut.

KEKUATAN BEBAN BANTALAN adalah kemampuan dari suatu bantalan untuk tahan hentakan serta penghancuran selama operasi mesin. Piston dan batang piston bisa menghasilkan beberapa TON dari kekuatan mengarah ke bawah. Bantalan tidak boleh mengalami kelelahan (fatigue), rata, atau rusak di bawah beban ini. Jika resistansi beban bearing terlalu rendah, pukulan bisa menabrak, gagal, dan putaran didalam nya terbatas.

CONFORMABILITY BEARING adalah kemampuan dari suatu bantalan untuk berpindah, bergeser, menyesuaikan diri kepada variasi didalam keselarasan batang, dan melakukan penyesuaian pada ketidak sempurnaan dalam permukaan dari jurnal. Biasanya, logam lunak ditempatkan di atas baja keras. Ini memungkinkan bearing menyesuaikan diri pada cacat dalam jurnal.

EMBEDABILITY BEARING mengacu pada kemampuan bantalan untuk mengijinkan partikel asing untuk menjadi menyatu di dalam bantalan. Kotoran dan logam adalah kadang-kadang terbawa ke dalam bantalan. Bantalan harus memungkinkan partikel untuk karam di bawah permukaan masuk ke material bearing. Ini mencegah partikel dari scratching, wearing, dan kerusakan permukaan dari crankshaft atau jurnal camshaft.

RESISTANSI KOROSI BANTALAN adalah kemampuan bantalan untuk menolak karat dari asam, air, dan ketidakmurnian lain dalam minyak mesin. Pukulan pembakaran akibat gas menyebabkan minyak mesin terkontaminasi yang bisa juga menimbulkan korosi pada bantalan mesin. Aluminum dan campuran logam lain pada umumnya digunakan oleh karena resistansi terhadap korosi baik sekali.

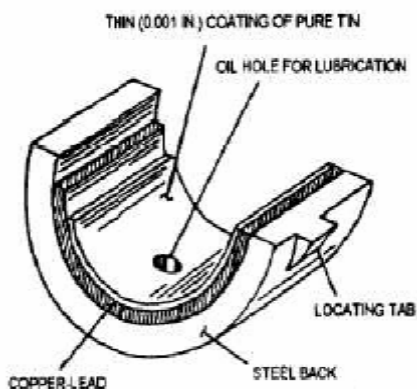
5.20 Material bantalan (Bearing material)

Seperti didiskusikan tadi, ada tiga jenis dasar dari bantalan mesin yang terhubung ke bantalan tangkai, bantalan utama poros-engkol (crankshaft), dan bantalan camshaft. Material dukungan (badan dari bearing yang melakukan hubungan dengan bagian-bagian stasioner) untuk mesin adalah secara normal baja. Campuran logam Lebih lembut dilapisi pada dukungan untuk membentuk permukaan bantalan. Masing-masing dari tiga jenis dasar dari campuran logam dapat disepuh pada bagian atas dukungan baja—Babbitt (campuran logam -timah), alumunium, atau aluminum. Tiga logam Ini dapat digunakan dalam

kombinasi berbeda untuk merancang bantalan dalam tugas ringan, sedang maupun berat.

Terdapat dua jenis dasar dari bantalan: bantalan geser (sliding bearing), juga disebut friksi atau bantalan pemandu, dan antifriksi (alat penggulung dan ballbearings).

5.21 Bantalan geser (sliding bearing)

Dalam bantalan geser, suatu film dari pelumas memisahkan bagian bergerak dari bagian stasioner. Tiga jenis dari bantalan geser yang umumnya digunakan yaitu: bantalan gerakan timbal balik, bantalan jurnal, dan bantalan daya dorong.

Gambar 5.16 Bantalan geser (sliding bearing)

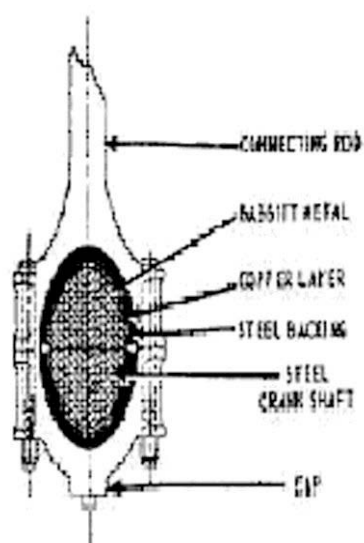
5.22 Bantalan gerakan timbal balik (reciprocal motion bearings)

Bantalan gerakan timbal balik menyediakan suatu bidang bantalan yang mana objek bergeser bolak-balik. Jenis bantalan tersebut terdapat pada pompa reciprocating uap , dimana batang-batang penghubung bergeser pada permukaan bantalan dekat koneksi mereka ke piston. Kita menggunakan bantalan serupa pada batang penghubung besar untuk mesin pembakaran-internal dan di banyak mekanisme dioperasikan oleh bubungan.

5.23 Bantalan jurnal (Journal Bearing)

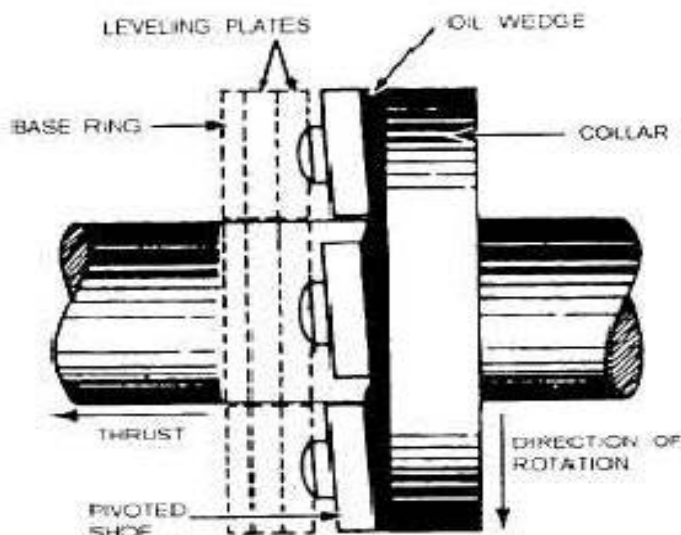
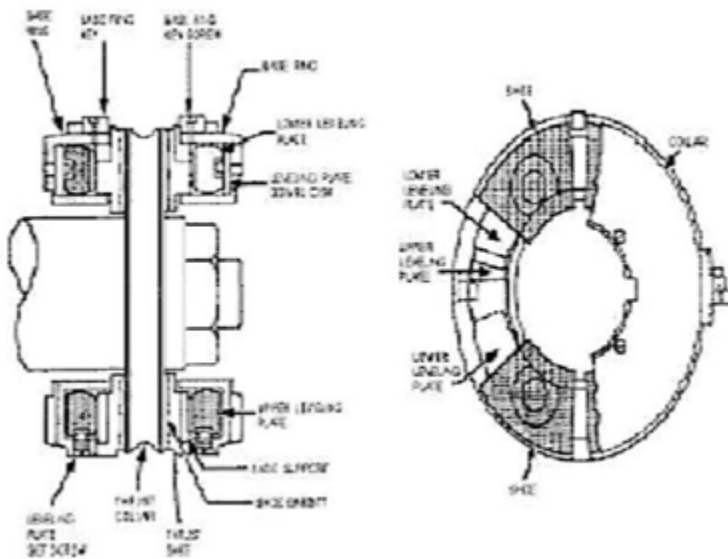
Bantalan jurnal memandu dan mendukung batang berputar, batang berputar dalam suatu rumah dipasang dengan suatu liner. Bagian dalam liner, pada bantalan poros, terbuat dari logam babbitt atau suatu campuran logam lunak yang serupa (logam putih) untuk mengurangi friksi. Logam lunak didukung oleh lapisan perunggu dan alumunium dan mempunyai suatu punggung baja untuk kekuatan. Kadang-kadang bantalan dibuat membelah dua dan diklem atau disekrup di sekitar batang.

Di bawah syarat-syarat baik friksi didalam bantalan journal sungguh kecil. Bagaimanapun, ketika kecepatan jiplakan dari suatu bantalan journal sangat rendah atau benar-benar tinggi, kerugian gesek dapat menjadi berlebihan. Sebuah contoh baik adalah rel kereta api. Rel kereta api saat ini sedang dipasangkan dengan bantalan gulung untuk meng-eliminasi gangguan "kotak panas" yang berhubungan dengan bantalan journal. Bantalan yang bekerja pada operasional tinggi mempunyai minyak yang disirkulasikan di sekitar dan melalui mereka.

Beberapa mempunyai suatu sistim penyejukan tambahan yang mengedarkan air di sekitar bearing. Walaupun putaran batang baja melawan logam babbitt menghasilkan lebih sedikit friksi (dan lebih sedikit menghasilkan panas) dibandingkan baja melawan baja, menjaga bagian-bagian tetap dingin masih menjadi suatu masalah. Kepedulian dan pemberian minyak pelumas yang sama diperlukan untuk mencegah terbakarnya bantalan.

Gambar 5.17 Bantalan Journal

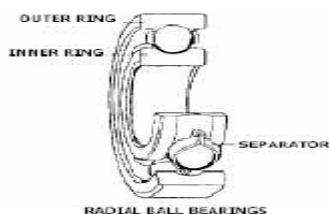
5.24 Daya dorong Bantalan(Thrust Bearings)

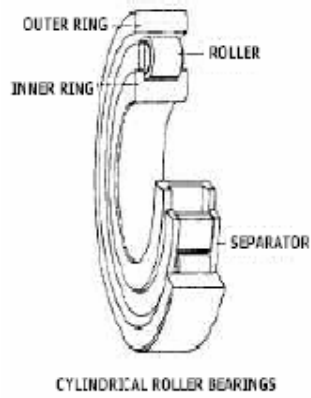
Daya dorong bantalan digunakan pada poros berputar, seperti mendukung roda gigi siku-siku, roda gigi cacing, baling-baling, dan fan. Mereka menolak daya dorong aksial dan batas aksial pergerakan. Dasar dari rumah memegang suatu rendaman minyak, dan merotasi dari poros secara terus menerus mendistribusikan minyak.

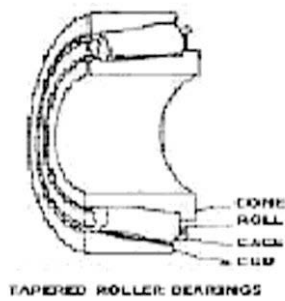
Bantalan terdiri dari daya dorong collar terhadap poros baling-baling dan dua atau lebih daya dorong sepatu yang lebih stasioner pada tiap sisi dari collar. Daya dorong yang ditransmisikan dari collar melalui sepatu ke rumah roda gigi dan struktur kapalnya ke yang mana rumah roda gigi dipasang.

Gambar 5.18 daya dorong bantalan

5.25 Anti friksi atau Bantalan Penggulung dan Bantalan bola

Bola antifriksi atau alat penggulung dibuat dari bahan yang sangat keras, yaitu benar-benar baja dipoles. Tipikal bantalan terdiri dari dua cincin baja yang dikeraskan, bola baja atau alat penggulung yang dikeraskan, dan satu pemisah. Gerakan terjadi antara permukaan lintasan dan unsur-unsur penggulung. Terdapat tujuh jenis dasar dari bantalan antifriksi yaitu:

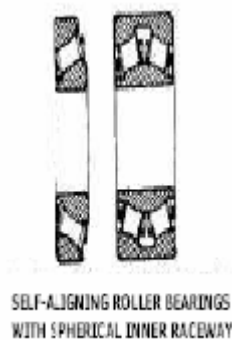
- Bantalan peluru radial

Gambar 5.19 bantalan peluru radial

- Bantalan gulung silindris

Gambar 5.20 bantalan gulung silindris

- Bantalan gulung lonjong

Gambar 5.21 bantalan gulung lonjong

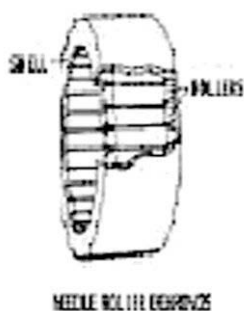
- Bantalan gulung meluruskan sendiri dengan lintasan bagian luar berbentuk bola

Gambar 5.22 bantalan gulung dengan lintasan bagian luar

- Bantalan gulung meluruskan sendiri dengan lintasan bagian dalam berbentuk bola

Gambar 5.23 bantalan gulung dengan lintasan bagian dalam

- Bantalan daya dorong bola

Gambar 5.24 bantalan daya dorong bola

- Bantalan gulung jarum

Gambar 5.25 bantalan gulung jarum

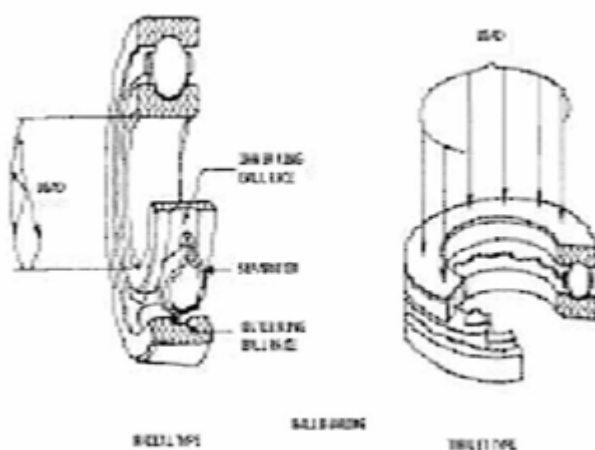
Pemasangan Bantalan gulung biasanya mudah untuk membongkar untuk inspeksi, pembersihan, dan penggantian dari bagian-bagian. Bantalan peluru dirakit oleh pabrikan dan di-install, atau diganti, sebagai

sebuah unit. Kadang-kadang publikasi pemeliharaan mengacu pada alat penggulung dan bantalan peluru.

Perbedaan antara kedua tergantung pada sudut persimpangan antara arah dari beban dan bidang rotasi bearing.

Gambar memperlihatkan suatu perakitan bantalan peluru radial. Beban memperlihatkan sedang menekan keluar sepanjang radius dari poros.

Sekarang mengharuskan daya dorong kuat digunakan pada sisi ujung kanan poros dalam suatu usaha untuk memindahkannya ke kiri. Anda akan menemukan bahwa bantalan radial tidak dirancang untuk mendukung daya dorong aksial yang ini. Bahkan meletakkan suatu bahu antara beban dan lintasan bagian dalam tidak akan

mendukung itu; sebagai gantinya, bantalan akan mengeluarkan lintasan mereka. Mendukung suatu daya dorong pada ujung kanan dari poros akan memerlukan susunan daya dorong bantalan dari kait. Bahu pada lintasan lebih rendah dan lainnya antara beban serta lintasan bagian atas akan menangani beban poros apapun sampai dengan batas desain dari bearing.

Gambar 5.26 perakitan bantalan peluru radial

5.26 Inspeksi Bearings dan Perbaikan

PERHATIAN

Jangan membenamkan komponen bantalan dalam bahan pelarut karena permukaan bantalan dan bagian-bagian mesin lain yang bekerja tinggi bisa menjadi rusak jika mereka digabung bersama-sama. BANTALAN TEFLON ADALAH PELUMAMASAN MANDIRI. LUMAS/LEMAK ATAU pelumas LAIN BISA MENYEBABKAN PEMBUSUKAN LAPISAN. JANGAN LUMASI BANTALAN TEFLON.

Menguji bantalan atau paking untuk meyakinkan mereka tidak terlalu longgar, secara hati-hati menguji atau tabung-bantalan. Tolak bantalan itu jika ada tanda-tanda mengalami kerusakan.

a) Coba untuk gerakkan dan putar perakitan tersebut untuk memastikan bantalan atau paking tidak terlalu kotor
b) Pastikan bahwa bantalan dipegang dengan tidak longgar oleh rumahnya.
c) Pastikankan tidak ada kerusakan, retak atau terlalu banyak karat pada bantalan atau rumah.

Menguji bantalan atau paking untuk meyakinkan tidak ada kotoran atau terlalu longgar adalah sebagai berikut:

a) Coba untuk gerakkan dan putar perakitan tersebut untuk meyakinkan bantalan atau paking tidak terlalu kotor.
b) Pastikan bahwa bantalan dipegang dengan tidak longgar oleh rumahnya.

c) Pastikan tidak ada kerusakan, retak atau terlalu banyak karat pada bantalan atau rumah.

Jika anda bisa mengubah bantalan, atau jika melepas baut mengijinkan anda untuk mengubah bantalan, lakukan tahap-tahap sebagai berikut:

- Putar bantalan tanpa ada beban pada bantalan.
- Pastikan bantalan tersebut tidak terlalu kotor, kasar atau mempunyai terlalu banyak hambatan.
- Putar bantalan dengan memberi suatu beban.
- Pastikan bantalan tidak terlalu kotor, kasar atau mempunyai terlalu banyak hambatan.

5.27 Kabel Kendali (Control Cable)

Kabel kendali pesawat terbang secara umum dibuat dari baja karbon atau kawat baja anti karat, baik jenis konstruksi fleksibel atau konstruksi nonflexible, kebanyakan digunakan sebagai penghubung dalam sistem kendali penerbangan utama atau sistem lain di dalam sistem pesawat terbang. Keuntungan-keuntungan; kuat dan ringan, fleksibel, mudah untuk diarahkan; kerugian tekanan harus disetel dengan sering. Kabel kendali pesawat terbang dibuat dari baja karbon atau baja tahan-karat.

Komponen dasar dari kabel adalah suatu kawat, sejumlah kawat dibentuk ke dalam spiral dan dibentuk ke dalam untaian. Untaian kawat tersebut itulah yang membentuk suatu kabel.

Penunjukan kabel berbasis pada jumlah untaian serta sejumlah kawat pada setiap untaian. Kabel pesawat terbang paling umum adalah 7x7 terdiri dari tujuh untaian dan masing-masing untaian terdiri dari tujuh kawat (medium fleksibel digunakan untuk Kendali penerbangan

kedua) dan 7x19 terdiri dari tujuh untaian dan masing-masing untaian terdiri dari 19 kawat (ekstra fleksibel digunakan untuk Kendali penerbangan primer).

5.28 Kabel Fleksibel

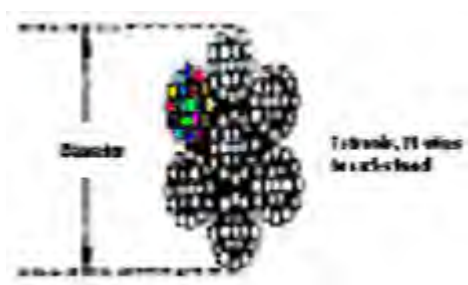
Kabel fleksibel dibentuk dari jenis baja karbon I, komposisi kabel A, dibuat dari baja dibuat dengan proses perapian dengan asam terbuka (acid-open-hearth), perapian dasar-membuka (basic-open-hearth), atau proses tungku perapian-elektrik. Kawat yang digunakan dilapisi dengan timah atau seng murni.

Sedangkan kawat fleksibel dibentuk dengan sifat anti karat, Jenis I, komposisi kabel B, dibuat dari baja dengan proses tungku perapian elektrik.

Gambar 5.27 kabel fleksibel 7x7

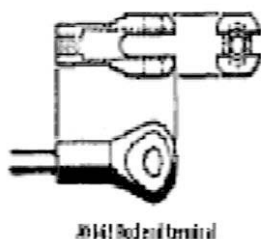
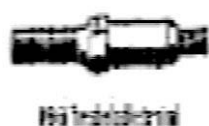
5.29 Kabel Nonfleksibel

Kabel Nonfleksibel, dibentuk kabel baja karbon, komposisi A, dibuat dengan proses yang sama dengan komposisi B yaitu kabel baja

anti karat jenis fleksibel. Kabel baja nonfleksibel terdiri dari 1 untaian 7 kawat (Jenis I) atau 1 untaian 19 kawat (Jenis II) konstruksi sesuai dengan diameter yang ditetapkan. 1untaian 7 kabel terdiri dari enam kawat diletakkan di sekitar suatu kawat pusat dalam arah berlawanan arah jarum jam. 1 untaian 19 kabel terdiri dari lapisan dari enam kawat diletakkan di sekitar kawat pusat dalam searah jarum jam tambah duabelas kawat diletakkan di sekitar untaian bagian berlawanan arah jarum jam.

Gambar 5.28 kabel fleksibel 7x19

5.30 Fitting Kabel

Beberapa jenis dari kabel fitting seperti terminal, sarung jari, tabung-bantalan dan belenggu. Perabot Terminalnya terdiri dari threaded end, fork end, eye end, single-shank ball end, double-shank ball end. Perabot terminal secara umum berjenis swag.

Gambar 5.29 single & double shank ball end terminal

Gambar. 11.54 fork end terminal

Gambar 5.30 threaded end terminal

Perangkat (tools) swaging dan mesin busur lingkaran digunakan untuk swage-on atau meng-instal ujung terminal terhadap kabel, adalah penting untuk mengikuti dengan dekat instruksi yang disuplai oleh perangkat (tool) swaging pabrikan, mencakup pengukur go dan no go untuk memeriksa dimensi necked-down dari terminal swaged, untuk menghindari kerusakan dan mutu yang rendah dalam melakukan swaging. Ketaatan dari instruksi yang yang sangat ketat seharusnya

menghasilkan suatu terminal swaged yang dapat akan mengembangkan penuh nilai 100 persen dari kekuatan kabel.

Ketika ujung terminal swaging naik ke kabel, pastikan bahwa kabel secara penuh disisipkan di sepanjang jalan ke barrel dari ujung terminal dengan jarak seperempat inchi dari kabel yang mana adalah ukuran yang pantas dalam terminal. Ketaatan dari tindakan pencegahan berikut harus meminimumkan kemungkinan ini:

1) Mengukur panjang ujung terminal dari fitting untuk menentukan panjang kabel yang sesuai untuk dimasukkan ke barrel dari fitting terminal.

2) Hentikan panjang pada pada ujung dari kabel dan tandai dengan pita penutup. Sejak tape tidak akan tergelincir itu akan menyediakan suatu tanda-tanda positif selama proses swaging.

3) Setelah swaging, periksa penanda pita untuk memastikan bahwa kabel tidak menggelincir selama operasi swaging.

4) Periksa fitting swag dengan pengukur go dan no go untuk melihat bahwa fitting dikompresi dengan baik.

5) Hilangkan pita dan gunakan cat merah, cat sambungan dari fitting swag dan kabel.

6) Pada semua inspeksi layanan berikut dari swag fitting, periksa kemungkinan suatu gap didalam bagian dicat untuk melihat jika kelicinan kabel telah terjadi.

Bola dan jenis stop kontak swaged terminal serta jenis lain tidak secara positif mencegah penguraian kabel yang seharusnya tidak digunakan untuk penggantian umum kecuali dimana mereka digunakan terhadap instalasi asli oleh pabrikan pesawat terbang.

RENUNGAN DAN REFLEKSI

Kecerobohan dan kelengahan akibat dari tidak disiplinnya para teknisi sering menimbulkan masalah pada saat merawat komponen pesawat udara. Untuk meminimalisir masalah yang terjadi maka penting bagi semua untuk selalu disiplin dan mengikuti prosedur yang sudah diterapkan. Janganlah bosan untuk selalu taat aturan walaupun sudah berulang kali dilaksanakan karena disitulah kunci sukses dalam pemeliharaan pesawat pesawat udara.

Perlu disadari juga bahwa kita sebagai manusia tidak terlepas dari suatu kesalahan baik dilakukan dengan sengaja maupun tidak. Oleh karena itu kita senantiasa memohon dan meminta perlindungan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa agar diberi perlindungan agar terhindar dari segala macam masalah kerja baik dilingkungan kerja atau dimanapun kita berada. Sehingga apa yang kita harapkan dan kita inginkan bisa terwujud yaitu hidup bahagia dan sejahtera.

Pada Bab selanjutnya, Kamu akan mempelajari materi tentang Merencanakan dan Melaksanakan pekerjaan *Sheet Metal* pada komponen pesawat udara tersebut. Dengan materi tersebut, memberikan manfaat bagi kamu untuk dapat diterapkan dalam pekerjaan perawatan komponen pesawat udara. Kiranya dengan mempelajari materi tersebut Kamu akan lebih bersyukur akan karunia Tuhan, karenanya masih dilimpahkan kemampuan untuk mempelajari materi yang bermanfaat.

Rangkuman

Pemasangan pipa digunakan untuk mengangkut cairan atau gas (biasanya di bawah tekanan) antara berbagai komponen dari sistem pesawat terbang. Pemasangan pipa digunakan dalam pesawat terbang untuk bahan bakar, minyak pelumas, pembuat proses oksidasi, pendingin, oksigen pernapasan, instrumen, hidrolik, dan garis lubang udara.

Fabrikasi dari pemasangan pipa terdiri dari:

- Pemotong pipa,
- Deburring,
- Kelenturan, dan
- Persiapan gabungan pipa.

Tujuan dalam membengkokkan pipa adalah untuk memperoleh suatu tekukan halus tanpa meratakan pipa.

Merupakan proses pemotongan pipa alumunium atau material pipa lunak lainnya dengan menggunakanpemotong pipa (tubing cutter).Pemotong pipa alumunium (tubing cutter) digunakan agarpotongan menjadi rata dan pipa tetap bulat serta tidak ada retakan,

hal ini penting agar padasaat pipa di *flare* atau di *swage* pipa tidak pecah dan hasilnya baik.

Pembengkokan pipa (*tube bending*), merupakan proses untuk membengkokkan pipa alumunium atau material pipa lunak lainnya denganmenggunakan alat *tube bender*dan *spring bender* agar diperoleh hasil bengkokkan yang tepat dan rapi. Pemakaiantube bender dapat menghindarkan pipa menjadi gepeng atau rusak pada saat pipadibengkokkan.

Flaring, adalah proses untuk membuat ulir bagian dalam pada ujung pipa denganmenggunakan flaring tools agar pipa dapat disambung dengan sambungan pipa lainnya yang berulir (flare fitting). Sebelum ujung pipa dilakukan penguliran, terlebih dahulu memasukkanflare nut. Selanjutnya baru ujung pipa tersebut di masukkan pada flaringblock, dengan ujung pipa dibuat 3 mm di atas

Pegas digunakan untuk banyak tujuan, dan satu pegas dapat melayani tujuan lebih dari satu. Berikut di bawah ini adalah sebagian dari tujuan umum fungsional dari pegas yaitu:

- Untuk menyimpan energi untuk bagian dari suatu fungsi siklus.
- Untuk memaksa suatu komponen untuk membawa melawan, untuk memelihara hubungan dengan, untuk melibatkan, untuk melepaskan, atau untuk tetap bebas dari beberapa komponen.
- Untuk mengimbangi berat atau daya dorong (gravitasi, hidrolik, dan lain-lain.). Seperti pegas yang biasanya disebut pegas equilibrator.
- Untuk memelihara kontinuitas elektrik.
- Untuk mengembalikan suatu komponen ke posisi aslinya setelah penggantian.
- Untuk mengurangi goncangan atau tumbukan dengan mengecek secara gradual gerakan dari perpindahan berat.

- Untuk mengijinkan beberapa kebebasan gerak antara komponen diselaraskan tanpa melepaskan mereka.

Ada tiga jenis dasar pegas yaitu:

- Rata,
- Spiral, dan
- Seperti bentuk sekerup (helical).

Kabel kendali pesawat terbang secara umum dibuat dari baja karbon atau kawat baja anti karat, baik jenis konstruksi fleksibel atau konstruksi nonflexible, kebanyakan digunakan sebagai penghubung dalam sistem kendali penerbangan utama atau sistem lain di dalam sistem pesawat terbang. Keuntungan-keuntungan; kuat dan ringan, fleksibel, mudah untuk diarahkan; kerugian tekanan harus disetel dengan sering. Kabel kendali pesawat terbang dibuat dari baja karbon atau baja tahan-karat.

M. Evaluasi Diri

Penilaian Diri					
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.					
No	**Aspek Evaluasi**	**Penilaian diri**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**

A	Sikap				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya memahami cara melaksanakan pemotongan, menekuk, flaring dan swaging pada berbagai macam ukuran diameter pipa				
C	**Keterampilan**				
1	Saya mampu melaksanakan pemotongan, menekuk, flaring dan swaging pada berbagai macam ukuran diameter pipa				

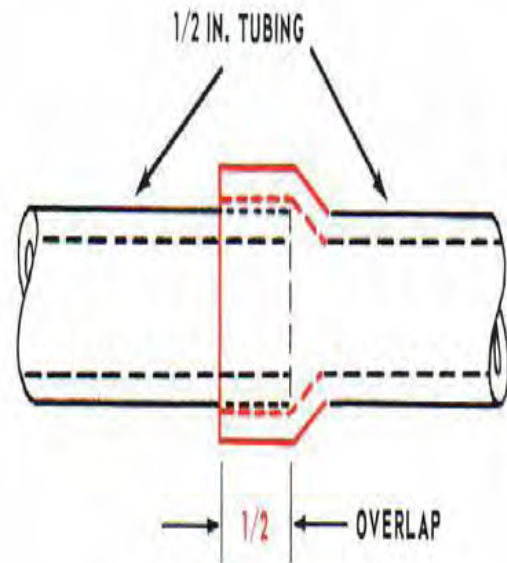
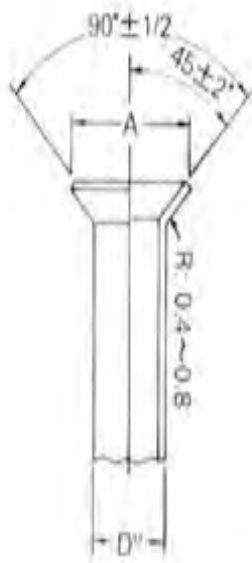
N. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan Benar

1. Jelaskan prosedur untuk melaksanakan proses memotong, membending, flaring dan swaging pada pipa alumunium!

O. Penerapan

P. Tugas Proyek

Kerjakan proses flaring dan swaging pada pipa alumunium dengan Ø 0.5 in dengan panjang pipa 15 cm seperti pada gambar dibawah ini.

Rubrik Penilaian

13.Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

14.KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)

G. Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

10. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
11. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (Review dan Penerapan) yang diberikan.
12. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

PENILAIAN HASIL BELAJAR

Nama Siswa : ....

KD : 1. Melakukan Inspeksi terhadap pipes, hoses, spring, bearing, transmission, swaging, control cable dan fitting

<table>
<tr><td colspan="6">4. Penilaian Sikap</td></tr>
<tr><td colspan="6">Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai</td></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Penilaian</th><th colspan="4">Nilai</th></tr>
<tr><th>Sangat Baik (4)</th><th>Baik (3)</th><th>Kurang (2)</th><th>Tidak Mampu (1)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Disiplin</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Kerjasama dalam kelompok</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Kreatifitas</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Demokratis</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Jumlah Nilai</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 4)	

2. PenilaianPengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Penerapan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

3. Penilaian Keterampilan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Tugas Proyek	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	
2	Pengetahuan	
3	Keterampilan	

Kesimpulan :
Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat*** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya

*) Coret yang tidak perlu

Daftar Pustaka

Ridley, John. 2008. Kesehatan dan Keselamatan Kerja Ikhtisar, *Jakarta: Erlangga*

Department of Transportation Federal Aviation Administration,1976. *Airframe and Powerplant Mechanics*, *Airframe Handbook*,

Department of Transportation Federal Aviation Administration, 1976. *Airframe and Powerplant Mechanics, General Handbook*,

Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, 1982. *Konstruksi Rangka Pesawat Terbang 2*.